

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
2. Mai 2002 (02.05.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/35123 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F16K 31/00**,  
31A06

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/11799

(22) Internationales Anmeldedatum:  
11. Oktober 2001 (11.10.2001)

(25) Erfindungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
(00/228375) 20. Oktober 2000 (20.10.2000) EP  
(01/193605) 10. August 2001 (10.08.2001) EP

(71) Anmelder durch die Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **STEINBORN,**  
Richard [DE/DE]; Höfer Weg 40, 51377 Leverkusen  
(DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-**  
**SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, IN, JP, KR, RU, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).

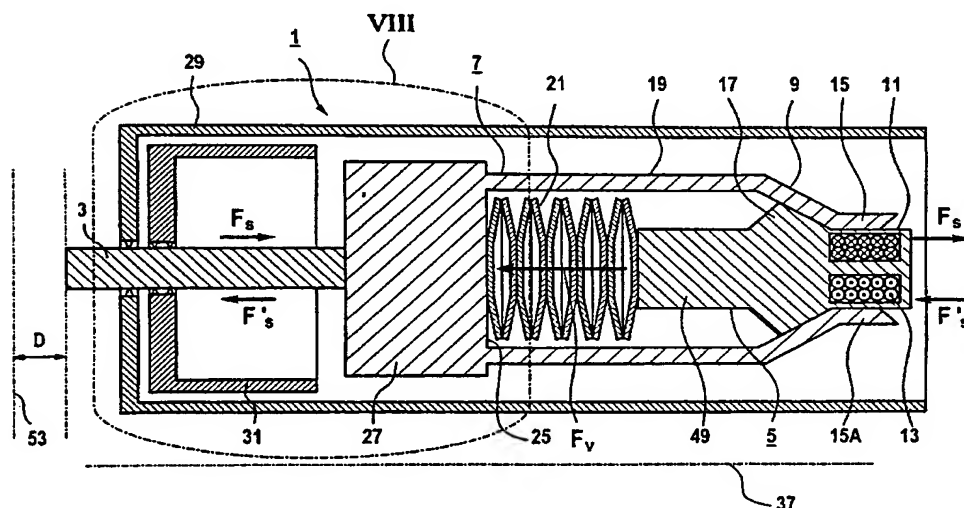
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht  
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen  
eintreffen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ACTUATOR FOR A VALVE, IN PARTICULAR A TURBINE VALVE

(54) Bezeichnung: STELLANTRIEB FÜR EIN VENTIL, INSBESONDERE EIN TURBINENVENTIL



(57) Abstract: The invention relates to an actuator (1) for a valve, in particular a turbine valve, comprising a valve spindle (3), for adjustment of an opening position (D) for the valve and a drive piece (5) for the valve spindle (3). The drive piece (5) is connected to the valve spindle (3), by means of a storage device (7), which may be pre-tensioned to a particular pre-tensioning value ( $F_v$ ) during a pre-tensioning process, in such a manner that, with a pre-tensioned storage device (7) the opening position (D) can be set without altering the value of the pre-tensioning ( $F_v$ ). Said actuator (1) is particularly suitable for a valve on a steam turbine or a gas turbine. In a particularly preferred embodiment the actuator (1) comprises a hydraulic damping unit (61), integrated in a damping piston (27). Said damping unit permits a reliable end-travel damping for the valve, in particular in the case of rapid closure.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/35123 A1



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einen Stellantrieb (1) für ein Ventil, insbesondere ein Turbinenventil, mit einer Ventilspindel (3) zur Einstellung einer Öffnungsposition (D) des Ventils und mit einem der Ventilspindel (3) zugeordneten Antriebsteil (5). Dabei ist vorgesehen, dass der Antriebsteil (5) mit der Ventilspindel (3) über eine in einem Spannvorgang auf eine Vorspannung ( $F_v$ ) vorspannbare Speichereinrichtung (7) so gekoppelt ist, dass bei vorgespannter Speichereinrichtung (7) bei der Einstellung der Öffnungsposition (D) die Vorspannung ( $F_v$ ) unverändert bleibt. Der Stellantrieb (1) ist insbesondere für ein Ventil einer Dampfturbine oder einer Gasturbine geeignet. In besonders bevorzugter Ausgestaltung weist der Stellantrieb (1) eine hydraulische Dämpfungseinrichtung (61) auf, die in einen Dämpferkolben (27) integriert ist. Die Dämpfungseinrichtung ermöglicht eine sichere Endlagendämpfung des Ventils, insbesondere in einem Schnellschlussfall.

- aus dem Aufsatz W. Kindermann, E.G. Egener und H. Termühlen, "Compact Valve Actuator Control System for Large Steam Turbines", vorgetragen auf der American Power Conference, Chicago, 1984, Stellantriebe für Dampfturbinenventile bekannt, die jeweils ein dezentrales Hydrauliksystem aufweisen. Das Hydrauliksystem eines derartigen Stellantriebs ist zu einem an einem Ventilgehäuse angeordneten kompakten Antriebsblock integriert, so dass für eine Energieversorgung des Stellantriebs lediglich noch ein Kabelsystem erforderlich ist. Durch die Verwendung von Öl als Hydraulikflüssigkeit könnte es unter extrem ungünstigen Umständen zu einem Entzünden des Öls und somit zu einem Brand in der Dampfturbine kommen. Im Hinblick auf den Brandschutz können zwar als Hydraulikflüssigkeit auch schwer brennbare Flüssigkeiten eingesetzt werden. Derartige schwer brennbare Hydraulikflüssigkeiten sind jedoch kostspielig und erfordern aufgrund ihrer im Vergleich zu Hydraulikflüssigkeiten auf Mineralölbasis geringeren Stabilität verhältnismäßig aufwendige Pflegemaßnahmen.
- 20 In der DE-OS-1 937 198 ist ein Regelventil für die Regelung des Drucks und/oder der Menge von einem strömenden Medium in Kraftwerken, chemischen Anlagen oder dergleichen beschrieben. Das Regelventil weist eine Schubstange auf, an der ein Ventilsitz befestigt ist. Die Schubstange ist über einen um einen zentralen Drehpunkt drehbaren Balken mit einem elektrischen Servomotor gekoppelt. Dadurch ist die Menge des strömenden Mediums durch das Ventil hindurch einstellbar. An der Schubstange greift weiterhin eine Rückstellfeder an.
- 30 Die EP 0 230 849 A1 gibt ein Regelventil und ein Absperrventil an. Das Ventil weist einen entlang einer Achse verschieblichen Absperrkörper auf, der einen sich entlang der Achse erstreckenden Kolben aufweist. Der Kolben ist als geradzahnzahn Zahnstange ausgeführt, welche mit einer Längsverzahnung eines weiteren Stabes in Kontakt steht. Durch eine Rotation dieses weiteren Stabes um seine Stabachse ist eine Verschiebung des Absperrkörpers in axialer Richtung erreichbar.

## Beschreibung

Stellantrieb für ein Ventil, insbesondere ein Turbinenventil

- 5 Die Erfindung betrifft einen Stellantrieb für ein Ventil, insbesondere ein Turbinenventil, mit einer Ventilspindel zur Einstellung einer Öffnungsposition des Ventils und mit einem der Ventilspindel zugeordneten Antriebsteil.
- 10 Eine Turbine, insbesondere eine Dampfturbine, weist üblicherweise eine beträchtliche Anzahl von Ventilen auf, die beispielsweise als Frischdampf-, Abfang- oder Umleitventile sowie als Schnellschlussventile zum Einsatz kommen können. Die Öffnungsposition jedes dieser Ventile dient dabei zur Ein-
- 15 stellung eines jeweiligen Material-, Gas- oder Dampfstroms und ist z.B. über eine dem jeweiligen Ventil zugeordnete Ventilspindel einstellbar. Eine solche Ventilspindel ist Bestandteil eines dem Ventil zugeordneten Stellantriebs. An den Stellantrieb können dabei, insbesondere im Hinblick auf
- 20 Stellkraft und Stellgeschwindigkeit, sehr hohe Anforderungen gestellt werden. Für eine hohe Zuverlässigkeit des Ventils kann es beispielsweise erforderlich sein, dass der Stellantrieb eine Stellkraft von etwa 200 kN und eine Stellzeit von etwa 100 ms aufweist, dies insbesondere dann wenn eine
- 25 Schnellschlussanforderung vorliegt.

Die Ventile sind daher üblicherweise als ölhydraulisch betriebene Stellventile ausgelegt, wobei die ihnen zugeordneten Stellantriebe jeweils eine ölhydraulische Einrichtung umfassen.

30 Zum Betrieb der Stellantriebe und somit der Ventile kann beispielsweise ein zentrales hydraulisches Versorgungssystem vorgesehen sein. Für ein derartiges zentrales hydraulisches Versorgungssystem ist jedoch ein komplexes und somit aufwendiges Rohrleitungssystem erforderlich, das für eine hohe Betriebssicherheit auch redundant ausgeführt sein sollte. Zur Vereinfachung eines derartigen komplexen Versorgungssystems

35 sind aus der Europäischen Patentanmeldung EP 0 040 732 A1 und

Eine Rotation dieses Stabes erfolgt mittels einer weiteren Verzahnung am Ende dieses Stabe über einen Elektromotor.

5 In der DE 44 46 605 A1 ist ein Ventil für eine Dampfturbine offenbart, welche eine Ventilspindel mit einem daran angeordneten Ventilkegel aufweist. Die Ventilspindel ist über einen Elektromotor angetrieben, welcher über eine elektromagnetisch betätigte Kupplung mit der Ventilspindel verbunden ist. Für  
10 einen automatischen Selbstschluss des Ventils umfasst dieses ein Tellerfedersystem. Die elektromagnetische Kupplung ist mit einer Gewindebuchse verbunden, welche mit einer drehfest geführten Ventilspindel zusammenarbeitet und so diese axial bewegt. Die Gewindebuchse ist als Kugelgewindebuchse ausgebildet, so dass sie spiel- und reibungsarm die Ventilspindel  
15 beaufschlagt. Aufgrund der drehfesten Führung der Ventilspindel, d. h. diese ist bei sich drehender Gewindebuchse lediglich axial auf- und abbewegbar, ist kein translatorisch wirksamer Antrieb erforderlich. Vielmehr genügt hierfür ein sich in zwei Richtungen drehender Elektromotor. Der Elektromotor  
20 muss allerdings über eine Drehmomentsicherung verfügen, um auf diese Weise zu verhindern, dass beispielsweise beim Schließen des Ventils der sich einendig an der Ventilspindel anschließende Ventilkegel sich beim Anlegen an den ihm zugeordneten Dichtsitz (Ventilsitz) keinen Schaden nimmt bzw. den  
25 Dichtsitz nicht beschädigt.

In der WO 98/13633 ist ein Stellantrieb für ein Ventil einer Turbine angegeben, dessen Öffnungsposition mittels einer Schubstange einstellbar ist, wobei bei besonders geringer  
30 Brandgefahr ein störungsfreier Betrieb des Ventils gewährleistet ist. Dazu ist zum Antrieb der Schubstange ein Elektromotor vorgesehen. Die Schubstange ist über ein Zahnrad-Zahnstangensystem und über eine elektromagnetische Zahnkupplung mit dem Elektromotor verbunden. Aus Gründen der Betriebssicherheit für den Stellantrieb und somit auch für das  
35 von diesem antreibbare Ventil ist in der WO 98/13633 weiterhin an der Schubstange ein Rückhaltefedersystem angeordnet.

Dieses umfasst eine Rückhaltefeder, die in einem Gehäuse angeordnet ist und auf eine an der Schubstange befestigte Druckplatte wirkt. Der Stellantrieb ist dabei derart ausgelegt, dass die Federkraft der Rückhaltefeder ein Schließen  
5 des Ventils bewirkt. Der Elektromotor wirkt für eine Öffnung des Ventils hierbei gegen die Federkraft der Rückhaltefeder.

Ein elektromechanischer Stellantrieb für ein Ventil, insbesondere für ein Dampfturbinenventil, ist in der WO 99/49250  
10 angegeben. Der Stellantrieb weist eine Schubstange sowie einen Elektromotor zum Antrieb der Schubstange auf. Die Schubstange und der Elektromotor sind über eine Übertragungsvorrichtung verbunden, durch welche Übertragungsvorrichtung je nach axialer Verschiebung der Schubstange ein sich änderndes  
15 Drehmoment erzeugbar ist. Die Schubstange ist mit einem Rückstellfedersystem verbunden. Dabei wird die Schubstange bereits in der Schließstellung des Ventils durch die Rückstellkraft des Rückstellfedersystems, welches als Ventiltellerfeder-Speicherpaket ausgeführt ist, belastet. Bei einer Öff-  
20 nungsbewegung des Stellantriebs wird das Rückstellfedersystem weiter gespannt und erreicht in der Öffnungsstellung des Ventils seine maximale Rückstellkraft. Bei der Einstellung einer Öffnungsposition des Ventils muss mithin analog wie in der WO 98/13633 beschrieben, der Antrieb gegen die erhebliche Rück-  
25 stellkraft des Rückstellfedersystems Arbeit verrichten.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen verbesserten Stellantrieb für ein Ventil, insbesondere für ein Turbinenventil, anzugeben, bei dem bei besonders geringer Brand-  
30 gefahr ein störungsfreier und sicherer Betrieb des Ventils gewährleistet und die Einstellung einer Öffnungsposition des Ventils mit geringem Kraftaufwand möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Stell-  
35 lantrieb für ein Ventil, insbesondere ein Turbinenventil, mit einer Ventilspindel zur Einstellung einer Öffnungsposition des Ventils und mit einem der Ventilspindel zugeordneten An-

triebsteil, wobei der Antriebsteil mit der Ventilspindel über eine in einem Spannvorgang auf eine Vorspannung vorspannbare Speichereinrichtung so gekoppelt ist, dass bei vorgespannter Speichereinrichtung bei der Einstellung der Öffnungsposition die Vorspannung unverändert bleibt.

Die Erfindung geht bereits von der Erkenntnis aus, dass in herkömmlichen Stellantrieben, die mit einem Sicherheits-Schnellschluss-System ausgestattet sind, die Einstellung einer Öffnungsposition des Ventils mittels eines an das Ventil angekoppelten Stellantriebs, nur unter erheblichem Kraftaufwand möglich ist. Dies liegt daran, dass gegenüber der Rückstellkraft einer Feder, beispielsweise ein Ventiltellerfeder-Speicherpaket, Arbeit verrichtet werden muss. Bei einer Öffnungsbewegung des Stellantriebs wird die Feder gespannt und erreicht in der Öffnungsstellung des Ventils seine maximale Rückstellkraft. Dies erfordert eine entsprechende leistungsmäßige Auslegung des die Ventilspindel antreibenden Antriebsteils. Durch diese Art der starren Kopplung von Einstellvorgang und Spannvorgang der Feder für das Schnellschluss-System, ist bei einer regulären Änderung oder Einstellung der Öffnungsposition des Ventils stets eine im Allgemeinen sehr große, sich ändernde Kraft auf die Ventilspindel aufzubringen. Die erforderliche Einstellkraft nimmt dabei z.B. beim Öffnen kontinuierlich zu und beim Schließen entsprechend der Federcharakteristik kontinuierlich ab. Hinzu kommt, dass beim Halten einer Öffnungsposition, z.B. bei vollständig geöffnetem Ventil, die (maximale) Rückstellkraft durch zusätzliche Maßnahmen gehalten werden muss. Entsprechend komplex sind die Antriebsteile derartiger Ventile und die mit einem Antriebsteil verbundenen Kupplungs-, Getriebe- und Motorkomponenten ausgestaltet.

Mit dem Stellantrieb der Erfindung wird demgegenüber ein völlig neuer Weg aufgezeigt, die Einstellung einer Öffnungsposition eines dem Stellantrieb zugeordneten Ventils bei gleichzeitigem hoher Betriebssicherheit zu ermöglichen. Ausgehend

von den oben beschriebenen Nachteilen bei den bekannten Ausgestaltungen besteht die grundlegende Idee des vorgeschlagenen Stellantriebs in einer Trennung und damit Entkopplung des Einstellvorgangs einer Öffnungsposition von dem Spannvorgang der Speichereinrichtung. Der Antriebsteil ist mit der Ventilspindel über eine in dem Spannvorgang auf eine Vorspannung vorspannbare Speichereinrichtung so gekoppelt, dass bei vorgespannter Speichereinrichtung bei der Einstellung der Öffnungsposition die Vorspannung unverändert bleibt. Die Vorspannung der Speichereinrichtung sowie die Einstellung der Öffnungsposition des Ventils sind somit als unabhängige sich gegenseitig nicht beeinflussende Vorgänge konzipiert. So kann etwa die Speichereinrichtung bei vollständig geschlossenem Ventil auf eine Vorspannung vorgespannt werden, und danach eine Öffnungsposition des Ventils mittels dem der Ventilspindel zugeordneten Antriebsteil ohne weiteren Eingriff in den Speicherzustand der Speichereinrichtung vorgenommen werden.

Vorteilhafterweise ist dadurch der Kraftaufwand für die Einstellung einer Öffnungsposition erheblich reduzierbar. Insbesondere ist bei einem Einstellvorgang die Einstellkraft durch die Entkopplung von dem Spannvorgang im Wesentlichen konstant. Der Antriebsteil sowie weitere dem Antriebsteil eventuell zugeordnete Antriebskomponenten, z.B. ein Getriebe und/oder ein Motor, können speziell im Hinblick auf die Anforderungen bei dem Einstellvorgang ausgelegt werden. Durch die Entkopplung von Spannvorgang und Einstellvorgang ist nämlich vorteilhafterweise erstmals eine gezielte Anpassung und Auslegung des Antriebsteils und evtl. weiterer Antriebskomponenten an den jeweiligen Vorgang erreichbar. Dies kann beispielsweise durch eine zweistufige Auslegung des Antriebsteils mit einer Leistungsstufe für den Spannvorgang und einer im allgemeinen nunmehr wesentlich geringeren Leistungsstufe für den Einstellvorgang realisiert werden.

Hierbei ist in einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung bei der Einstellung der Öffnungsposition die dafür aufzubrin-



- gende Stellkraft kleiner als die Vorspannung. Der Kraftaufwand bei einem Einstellvorgang ist dadurch erheblich reduziert, wodurch sich die mechanische Belastung der sich bei einem Einstellvorgang bewegendenden Komponenten, z.B. Ventilspindel oder Antriebsteil entsprechend verringert. Der Verschleiß dieser Komponenten und der daran ggf. angekoppelten Komponenten ist dadurch ebenfalls deutlich geringer, wodurch sich die Lebensdauer des Stellantriebs und eines an den Stellantrieb angeschlossenen Ventils entsprechend vergrößert.
- 10 Vorteilhafterweise ist durch den reduzierten Kraftaufwand bei der Einstellung einer Öffnungsposition eine entsprechend größere Anzahl von Einstellvorgängen gegenüber den bekannten Ausgestaltungen für einen Stellantrieb erzielbar.
- 15 In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung ist unter Vorspannung der Antriebsteil mit der Speichereinrichtung so verbunden, dass der Antriebsteil mit der Speichereinrichtung bei Einstellung der Öffnungsposition gemeinsam bewegt wird. Durch diese Ausgestaltung ist vorteilhafterweise die Speichereinrichtung gemeinsam mit dem Antriebsteil bewegt. Da der Antriebsteil die Ventilspindel bei der Einstellung einer Öffnungsposition antreibt, ist somit auch die Bewegung der Ventilspindel mit der Bewegung der Speichereinrichtung synchronisiert. Vorteilhafterweise ergibt sich hierdurch eine umfassende Verfügbarkeit der Speichereinrichtung, insbesondere der in der Speichereinrichtung gespeicherten Vorspannung, in allen Phasen eines Einstellvorgangs. Im Falle eines erforderlichen Schnellschlusses des Ventils ist somit die in der Speichereinrichtung gespeicherte Vorspannung jederzeit und unmittelbar für den Schnellschluss verfügbar. Durch die Synchronisation der Bewegung bei der Einstellung einer Öffnungsposition wird die Speichereinrichtung insgesamt bewegt, wobei die Vorspannung unverändert bleibt.
- 30
- 35 Bevorzugt ist zur Beibehaltung der Vorspannung ein Einrastelement vorgesehen, welches beim Spannvorgang einrastet. Bei einem Spannvorgang wird die Speichereinrichtung auf eine Vor-

spannung vorgespannt. Hierbei wird eine entsprechende potentielle Energie in der Speichereinrichtung gespeichert. Durch das Einrastelement ist gewährleistet, dass die gespeicherte Energie erhalten bleibt und beispielsweise für einen Schnellschluss jederzeit verfügbar ist. Dabei kann das Einrastelement erforderlichenfalls in kurzer Zeit gelöst und somit die in der Speichereinrichtung gespeicherte potentielle Energie freigesetzt und für einen Schnellschluss verwendet werden. Die Hauptaufgabe des Einrastelements besteht allerdings in der Konservierung der in der Speichereinrichtung gespeicherten Energie über lange Zeit, so dass ein sicherer Betrieb bei der Einstellung der Öffnungsposition gewährleistet ist. Durch die genaue Ausgestaltung und Anordnung des Einrastelements kann überdies vorteilhafterweise der Energieinhalt in der Speichereinrichtung vorab festgelegt werden. Hierbei ist für einen dem Spannvorgang eine Einrastposition des Einrastelements bei einer entsprechend vorgebbaren Vorspannung ermitteln und konstruktiv vorzusehen.

Vorzugsweise hält das eingerastete Einrastelement mindestens etwa 50% der Vorspannung. Vorteilhafterweise hält dabei das Einrastelement einen möglichst großen Anteil der Vorspannung der Speichereinrichtung. Bevorzugt hält das Einrastelement die gesamte Vorspannung der Speichereinrichtung, so dass die gesamte gespeicherte potentielle Energie in der Speichereinrichtung von dem Einrastelement gehalten zugleich gesichert ist. Die genaue Wahl des Anteils des von der Speichereinrichtung gehaltenen Anteils an der Vorspannung ist hierbei den jeweiligen konstruktiven Gegebenheiten sowie den für den Einsatz relevanten Schnellschluss-Anforderungen anpassbar.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist eine Freigabevorrichtung vorgesehen, welche etwa bis zu 50% der Vorspannung hält. Durch das Vorsehen einer Freigabevorrichtung ist in Kombination mit dem Einrastelement eine besonders effektive Speicherung und Freigabe der in der Speichereinrichtung gespeicherten Vorspannenergie erreicht. Hierbei wird vorteil-

hafterweise der wesentliche Anteil der Vorspannung von dem Einrastelement gehalten, während die Freigabeeinrichtung einen entsprechend geringeren Anteil der Vorspannung hält.

- 5 Über die Freigabeeinrichtung ist vorteilhafterweise die in der Speichereinrichtung gespeicherte potentielle Energie - beispielsweise abhängig von einem Freigabekriterium freigebbar. Die Freigabevorrichtung kann dabei als ein Teil des Einrastelements ausgestaltet oder aber unabhängig davon kon-
- 10 zipiert sein. Mittels der Freigabevorrichtung ist daher vorteilhafterweise beispielsweise ein Schnellschluss eines mit dem Stellantrieb verbundenen Ventils auslösbar. Hierbei gibt die Freigabevorrichtung den von ihr gehaltenen Anteil an der gespeicherten Vorspannung frei, wobei die freigewordene Ener-
- 15 gie zur Auslösung eines Entspannungsvorgangs der gesamten Speichereinrichtung verwendet werden kann. Beispielsweise ist damit das Einrastelement lösbar, wobei das Einrastelement aus seiner Einrastposition herausgelöst wird. Dies kann vorteilhafterweise allein schon aufgrund der gezielten anteiligen
- 20 Verteilung der zu haltenden Vorspannung auf das Einrastelement und die Freigabevorrichtung erfolgen, indem beispielsweise das Einrastelement im Hinblick auf eine vorgebbare maximal-tragbare Vorspannung ausgestaltet ist. Wird dieser Maximalwert überschritten, so wird das Einrastelement gelöst
- 25 und die in der Speichereinrichtung gespeicherte Vorspannung im Wesentlichen vollständig innerhalb kurzer Zeit freigegeben.

- Vorteilhafterweise ist durch die anteilige Verteilung der
- 30 Vorspannung, welche durch das Einrastelement und die Freigabeeinrichtung zu halten ist, eine besonders flexible Anpassung an die jeweilige konstruktive Ausgestaltung des Einrastelements und der Freigabeeinrichtung möglich. Im Allgemeinen wird hierbei das Einrastelement den wesentlichen Anteil
- 35 der Vorspannung halten, und die Freigabeeinrichtung lediglich einen geringeren Anteil zum Auslösen einer Freigabe. Von besonderem Vorteil ist hierbei, dass durch geschickte Vertei-

lung der Anteile auf das Einrastelement und die Freigabevorrichtung ein Freigabekriterium flexibel einstellbar ist.

Vorzugsweise ist die Freigabevorrichtung elektromagnetisch, insbesondere mittels einer Spule, aktivierbar. Hierbei gibt die Freigabevorrichtung unter Änderung eines elektromagnetischen Flusses die Vorspannung in der Speichereinrichtung frei. Eine Änderung eines elektromagnetischen Flusses kann dabei ein Zuschalten oder alternativ auch ein Abschalten eines elektromagnetischen Feldes bedeuten. Dies ist insbesondere mittels einer Spule realisierbar, die bei geschlossener Freigabevorrichtung, d. h. unter Halten der Vorspannung der Speichereinrichtung, strombehaftet oder alternativ auch stromlos betrieben werden kann. Durch eine entsprechende Änderung eines elektromagnetischen Flusses ist die Freigabevorrichtung je nach Anforderung auf unterschiedliche Weise aktivierbar.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung weist das Einrastelement eine biegsame, insbesondere federelastische, Zunge zum formschlüssigen Eingriff mit einer Einrastrampe auf. Bei einem Spannvorgang tritt die Zunge des Einrastelements in Kontakt mit der Einrastrampe, wobei die Zunge relativ zu der Einrastrampe bewegt wird. Durch die biegsame, insbesondere federelastische, Ausgestaltung der Zunge ist ein besonders wirkungsvoller Kontakt zwischen der Zunge und der Einrastrampe herstellbar, wobei eine Kraft aufgebracht wird. Die Einrastrampe kann hierzu eine Kontaktfläche aufweisen, die relativ zu der Zunge des Einrastelements beispielsweise eine schiefe Ebene bildet. Somit gleitet bei einem Spannvorgang die Zunge entlang der schiefen Ebene aufwärts und rastet nach Beendigung des Spannvorgangs in eine Einrastposition ein, wobei ein Formschluss zwischen der Einrastrampe und der biegsamen Zunge hergestellt ist. Dabei kann vorteilhafterweise die Einrastrampe als ein Teil des Antriebsteils ausgestaltet sein, wobei bei einem Spannvorgang der die Einrastrampe aufweisende Antriebsteil gegenüber dem die Zunge aufweisenden Einrastele-

ment bewegt wird. Nach dem Spannvorgang ist ein formschlüssiger Eingriff erreicht, wobei das Einrastelement mit der Zunge in der Einrastposition verweilt, wobei die Speichereinrichtung des Stellantriebs mit einer entsprechenden Vorspannung beaufschlagt ist. Die biegsame Zunge kann hierbei aus einem elastischen Material, beispielsweise aus einem Metall bestehen. Bei der Einstellung der Öffnungsposition des Ventils im Anschluss an einen Spannvorgang bleibt die Vorspannung der Speichereinrichtung unverändert.

Bevorzugt ist eine Mehrzahl von Zungen vorgesehen, die die Einrastrampe in einer Umfangsrichtung umklammern. Hierdurch ist eine Mehrfachsicherung des Einrastelements durch eine entsprechende Vielzahl von Zungen erzielbar. Die Umklammerung in einer Umfangsrichtung stellt darüber hinaus ein gleichmäßiges Einrasten und Halten der Vorspannung sicher, wobei vorteilhafterweise bei dem Einspannvorgang eine umfangsseitige Führung bei der Relativbewegung zwischen den Zungen und der Einrastrampe erreicht ist, ähnlich wie z.B. bei einer Buchse, die eine Welle führt. Ein Spannvorgang kann somit reproduzierbar und gleichmäßig unter Vermeidung von mechanischen Spannungsspitzen in einer einzelnen Zunge oder in einem Bereich der Kontaktfläche zwischen einer Zunge und der Einrastrampe erreicht werden. Die Mehrzahl von Zungen ist dabei vorteilhafterweise im Wesentlichen konzentrisch um einen eine Einrastrampe aufweisenden Antriebsteil angeordnet. Durch eine zusätzlich symmetrische Anordnung der Zungen ist eine besonders gleichmäßige Lastaufnahme und Lastverteilung bei einem Spannvorgang, insbesondere beim formschlüssigen Einrasten oder Eingriff der Zungen mit der Einrastrampe gewährleistet. Durch diese symmetrische Anordnung der Zungen ist überdies ein besonders gleichmäßiges Vorspannen der Speichereinrichtung erzielbar, wobei durch diese Art der Führung eine hohe Sicherheit gegeben ist.

In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung ist ein teilweise von den Zungen gebildeter Klammerkorb vorgesehen, wobei der

Klammerkorb den Antriebsteil umklammert. Bei einer Mehrzahl von Zungen, die beispielsweise jeweils ein als biegsamer, insbesondere federelastischer Metallstreifen oder Metall-Lamellen ausgestaltet ist, bilden diese das offene Ende des Klammerkorbs oder Lamellenkorbs. Der Klammerkorb umklammert den Antriebsteil, wobei durch die biegeelastischen Eigenschaften der Zungen eine über den vollen Umfang normal zur Kontaktfläche zwischen dem Klammerkorb dem Antriebsteil wirkende Klammerkraft auf den Antriebsteil ausgeübt wird.

Durch diese Klammerwirkung ist der Klammerkorb oder Lamellenkorb besonders vorteilhaft mit dem Antriebsteil verbunden. Sofern der Antriebsteil zugleich eine Einrastrampe aufweist, wirkt eine Klammerkraft auch bei einem Spannvorgang und insbesondere in der Einrastposition. Bei einem Spannvorgang wird der teilweise von den Zungen gebildete Klammerkorb relativ zu der Einrastrampe, insbesondere relativ zu dem Antriebsteil, bewegt, wobei zugleich eine Vorspannung auf die Speichereinrichtung aufgebracht wird.

Der Klammerkorb oder Lamellenkorb besteht dabei vorzugsweise aus einem elastischen Material, beispielsweise einem Metallblech, welches zur Herstellung der Zungen oder Lamellen entsprechend bearbeitet (z.B. gestanzt) und in Form gebracht ist.

Bevorzugt ist in dem Klammerkorb ein die Vorspannung speicherndes Federelement, insbesondere eine Tellerfeder, angeordnet. Es kann auch ein System aus Tellerfedern, z.B. ein sogenanntes Tellerfederpaket, in dem Klammerkorb oder Lamellenkorb vorgesehen sein. Mit der Anordnung eines Federelements in dem Klammerkorb ist dieses sowohl bei einem Spannvorgang als auch bei der Einstellung einer Öffnungsposition des Ventils von dem Klammerkorb eingeschlossen. Somit ist nach einem Spannvorgang auch die in dem Federelement gespeicherte Vorspannung sozusagen eingeschlossen. Der Einschluss oder die Klammerung ist dergestalt änderbar, dass bei einer

Freigabe, beispielsweise mittels der oben beschriebenen Freigabevorrichtung, wie eingeschlossene Vorspannung, d. h. die in dem Federelement gespeicherte Federkraft, die Umklammerung lockert oder auch löst und sich das Federelement dadurch innerhalb kurzer Zeit entspannen kann. Die freiwerdende Federe-  
5 nergie wird dabei üblicherweise für einen Schnellschluss-Vorgang eines an den Stellantrieb angeschlossenen Ventils verwendet. Hierbei wird die Ventilspindel in kurzer Zeit von einer Öffnungsposition in die Schließposition mittels des  
10 sich entspannenden Federelements gebracht. Bevor eine (regulär) Einstellung einer Öffnungsposition des Ventils durchgeführt wird, ist das Federelement z.B. aus Gründen der Betriebssicherheit erneut vorzuspannen, wobei das Ventil vorzugsweise in seiner Schließposition verweilt. Nach dem Spann-  
15 vorgang kann eine Einstellung einer Öffnungsposition des Ventils durch das in dem Klammerkorb eingeschlossene vorgespannte Federelement ohne jegliche Änderung der Vorspannung des Federelements erfolgen. Insbesondere ist kein Kraftaufwand gegenüber der Rückstellkraft des Federelements erforderlich,  
20 um die gewünschte Öffnungsposition der Ventilspindel zu erreichen, da der Spannvorgang von dem Einstellvorgang, d.h. dem Einstellen einer Öffnungsposition entkoppelt, ist.

Bevorzugt weist der Boden des Klammerkorbs einen Dämpferkolben auf, welcher zur Dämpfung der Bewegung der Ventilspindel,  
25 insbesondere bei einem Entspannen des Federelements, vorgesehen ist. Durch den Dämpferkolben wird eine Endlagendämpfung, z. B. bei einem Schnellschluss des Ventils, d.h. bei einer Beschleunigung der Ventilspindel von einer Öffnungsposition  
30 in die Schließposition erreicht, aber beispielsweise auch bei jeglichem Erreichen einer Endlage nach Einstellen einer Öffnungsposition.

Vorteilhafterweise ist dabei der Dämpferkolben Bestandteil  
35 des Klammerkorbs oder Lamellenkorbs, so dass hierdurch der Klammerkorb eine Doppelfunktion erfüllt, nämlich die Aufnahme des vorgespannten Federelements sowie die Eigenschaft in ei-

5 nem Schnellschlussfall die gewünschte Endlagendämpfung zu gewährleisten. Der Dämpferkolben kann dabei in einem dem Dämpferkolben zugeordneten Dämpfungszylinder, den man auch als Hauptdämpfungszylinder bezeichnen kann, einschiebbar und damit führbar sein, wobei der Dämpfungszylinder zur Dämpfung zusätzlich mit einer Dämpfungsflüssigkeit oder Hydraulikflüssigkeit, z.B. Öl, beaufschlagt ist.

10 Weitere, besonders bevorzugte, Ausgestaltungen für eine deutlich verbesserte Dämpfung sind mit den im folgenden detailliert beschriebenen Maßnahmen erreichbar:

15 In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist in den Dämpferkolben eine hydraulische Dämpfungseinrichtung zur Entlagendämpfung integriert.

Bei der vorliegenden Konstruktion des Stellantriebs mit einem Antriebsteil, der mit der Ventilspindel über eine in einem Spannvorgang auf eine Vorspannung vorspannbare Speichereinrichtung gekoppelt ist, beispielsweise über eine elektromechanische Kupplung, ist eine quasi starre Verbindung oder Kupplung zwischen dem Antriebsteil und der Ventilspindel und einem daran sich anschließenden Ventilkegel oder Verschlussstück gegeben. Wird der Antriebsteil im Falle einer Schnellschlussauslösung von der Ventilspindel getrennt, so beschleunigt die nun frei wirkende Energie der Speichereinrichtung, beispielsweise eines vorgespannten Tellerfedersystems, die Ventilspindel mit nachgeschaltetem Ventilkegel in Schließrichtung. Dabei sind Schließgeschwindigkeiten von typischerweise 4 m/s oder darüber hinaus üblich. Im Bereich von etwa 10 bis 20 % Öffnung ist es daher günstig, eine hydraulische Dämpfung vorzusehen, die die Schließgeschwindigkeit auf beispielsweise 0,5 m/s reduziert, um ein Aufschlagen der Ventilspindel respektive des nachgeschalteten Ventilkegels in den Ventilsitz mit einer möglicherweise einhergehenden Beschädigung weitgehend auszuschließen, zu können.

20  
25  
30  
35



Die integrierte hydraulische Dämpfungseinrichtung erweist sich hierbei als besonders vorteilhaft zur Entlagendämpfung. Diese Entlagendämpfung hebt in dem Moment, in dem die Ventilspindel mit dem Ventilkegel in den Ventilsitz aufsetzt, die starre Kopplung zwischen Ventilspindel und Federelement auf und die kinetische Energie wird erheblich reduziert. Durch die integrierte Konstruktion wird hierbei zusätzlich ein besonders kompakter Aufbau realisiert. Im Zusammenwirken mit einem Dämpfungszyylinder ermöglicht der Dämpferkolben mit integrierter hydraulischer Dämpfungseinrichtung einen besonders sicheren und dauerhaften Betrieb des Stellantriebs gerade in Schnellschluss-Situationen.

In besonders bevorzugter Ausgestaltung umfasst die hydraulische Dämpfungseinrichtung einen ersten Dichtraum und einen vom ersten Dichtraum verschiedenen zweiten Dichtraum, wobei den Dichträumen in Abhängigkeit von der Öffnungsposition jeweils Hydraulikflüssigkeit, beispielsweise Öl, zur Dämpfung zuführbar oder abführbar ist.

Dabei ist bevorzugt die Zufuhr oder Abfuhr von Hydraulikflüssigkeit im ersten Dichtraum und im zweiten Dichtraum jeweils über einen infolge einer Volumenänderung der Dichträume verursachten Differenzdruck bewirkt. Somit wird eine differenzdruckgesteuerte integrierte Dämpfungseinrichtung bereitgestellt, die je nach Öffnungsposition eine besonders angepasste Dämpfung gewährleistet. Je nachdem, ob der Druck in einem Dichtraum größer oder kleiner ist als der Umgebungsdruck, wie er beispielsweise dem Druck der Hydraulikflüssigkeit entspricht, die sich in einem von dem Dämpferkolben mit der Dämpfungseinrichtung und einen den Dämpferkolben umschließenden Dämpfungszyylinder gebildeten Zwischenraum befindet, wird sich, bezogen auf den betrachteten Dichtraum, ein positiver oder negativer Differenzdruck ergeben. Hydraulikflüssigkeit wird in der Folge dementsprechend dem Dichtraum zugeführt oder aus dem Dichtraum herausgeführt, insbesondere herausgedrückt. Zum Aufbau des Differenzdrucks eine Volumenänderung

des Dichtraums zu verwenden, erweist sich hierbei als besonders vorteilhaft, weil eine Volumenänderung auf relativ einfache Weise in Abhängigkeit von der jeweiligen Öffnungsposition des Stellantriebs bei einem Stellvorgang erzielt werden  
5 kann.

Zur räumlichen Separierung des ersten Dichtraums von dem zweiten Dichtraum ist vorzugsweise eine bewegliche Aktuatorplatte vorgesehen. Hierdurch sind die Dichträume räumlich  
10 voneinander getrennt, wobei beispielsweise der erste Dichtraum in Richtung der Schließposition und der zweite Dichtraum in Richtung der Öffnungsposition des Stellantriebs angeordnet ist. Die bewegliche Aktuatorplatte übernimmt vorteilhafterweise zugleich eine weitere Funktion, indem sie ei-  
15 ne Volumenänderung eines Dichtraums vermittelt. Hierzu kann die Aktuatorplatte mittelbar oder unmittelbar mit der Ventilspindel verbunden oder an diese angekoppelt sein.

In bevorzugter Ausgestaltung grenzt zumindest an einen der  
20 Dichträume ein hydraulisches Drosselelement an. Somit ist ein Austritt von Hydraulikflüssigkeit aus dem betreffenden Dichtraum vorteilhafterweise nur oder im Wesentlichen nur über dieses Drosselelement möglich. Über den Querschnitt des Drosselements kann dabei der zeitliche Verlauf des Aus-  
25 tritts von Hydraulikflüssigkeit, z. B. von Öl, vorab festgelegt werden. Das aus der Drossel austretende Öl kann in einem weitgehend drucklosen Sammelraum, beispielsweise innerhalb des Gehäuses des Stellantriebs gebildet ist, aufgenommen werden.

30 In weiterer bevorzugter Ausgestaltung ist in einem Dichtraum ein verformbares Dichtelement angeordnet, über dessen Verformung das Volumen des Dichtraums änderbar ist. Je nach Stellvorgang und Stellsituation, insbesondere in Abhängigkeit von  
35 der Bewegungsrichtung der Ventilspindel, wird das verformbare Dichtelement verformt, und dabei z. B. gestaucht oder gestreckt. Damit wird die dem verformbaren Dichtelement zuge-

ordnete Dichtfläche entsprechend vergrößert oder verkleinert. Diese Änderung der effektiven Dichtfläche über eine Verformung des Dichtelements wirkt sich unmittelbar auf eine Volumenänderung des betrachteten Dichtraums aus. Der Dichtraum wird dementsprechend verkleinert oder vergrößert. Im Zusammenwirken mit der beweglichen Aktuatorplatte kann somit erreicht werden, dass der jeweils andere Dichtraum sich umgekehrt wie der betrachtete Dichtraum verhält und entweder sein Volumen entsprechend vergrößert wird, d. h. in der Folge der Dichtraum aufgrund des sich aufbauenden Unterdrucks mit Hydraulikflüssigkeit gefüllt wird, oder aber das Volumen sich entsprechend verkleinert, was mit einer Abfuhr von Öl aus dem Dichtraum einhergeht. In dieser vorteilhaften Ausgestaltung ist z. B. auf beiden Seiten der Aktuatorplatte ein jeweiliges Dichtelement vorgesehen, wobei ein erstes verformbares Dichtelement dem ersten Dichtraum zugeordnet und ein zweites verformbares Dichtelement dem zweiten Dichtraum zugeordnet ist.

Vorzugsweise ist ein Stellelement, insbesondere eine Stellschraube, vorgesehen, welches unmittelbar oder mittelbar auf das Dichtelement einwirkt und zur Einstellung der Elastizität des Dichtelements dient. Das Stellelement kann dabei das verformbare Dichtelement beispielsweise vorspannen, was die elastischen Eigenschaften des Dichtelements ändert. Damit ist die erzielbare Volumenänderung in den Dichträumen und der damit bewirkte Differenzdruck einstellbar, was die Dämpfungseigenschaften der integrierten hydraulischen Dämpfungseinrichtung entsprechend beeinflusst.

Vorteilhafterweise ist der Stellantrieb durch eine Ausgestaltung für ein Ventil einer Dampfturbine gekennzeichnet. Weitere Anwendungen des Stellantriebs für Ventile in anderen Turbomaschinen, beispielsweise in einer Gasturbine sind ebenfalls möglich. Aufgrund der Anforderungen an ein für eine Beaufschlagung mit Frischdampf unter hohem Druck von bis zu 300 bar und hohen Temperaturen von bis zu 650 °C zu konzipierenden Ventils und eines entsprechenden Stellantriebs, erscheint

der Stellantrieb gemäß der vorliegenden Erfindung für den Einsatz in einem Dampfturbinenventil, insbesondere für die Zustellung von Frischdampf, in besonderer Weise geeignet.

- 5 Die grundlegende Idee des erfindungsgemäßen Konzepts ist aber ohne weiteres auch auf Stellantriebe für Ventile in anderen technischen Bereichen, beispielsweise als Armatur in Anlagen der chemischen Industrie oder in ein heißes druckbeaufschlagtes Fluid führenden Pipelines anwendbar.

10

Die Erfindung wird anhand eines in der Zeichnung näher erläuterten Ausführungsbeispiels beschrieben. Die Zeichnung ist teilweise schematisch und nicht maßstäblich ausgeführt und umfasst der Übersichtlichkeit halber und zum Verständnis lediglich die für die Erläuterung wichtigen Komponenten eines Stellantriebs. Es zeigen hierbei:

15

FIG 1 bis 4 jeweils einen Längsschnitt durch einen schematisch dargestellten Stellantrieb in verschiedenen Stellzuständen,

20

FIG 5 eine Schnittansicht des in der FIG 4 dargestellten Stellantriebs entlang der Schnittlinie V-V senkrecht zur Längsachse 37,

25

FIG 6 eine zu FIG 5 analoge Schnittansicht des in FIG 4 gezeigten Stellantriebs mit einer alternativen Ausgestaltung des Klammerkorbs,

30

FIG 7 eine Ansicht des Details VII des in FIG 2 gezeigten Stellantriebs mit in den Dämpferkolben integrierter hydraulischer Dämpfungseinrichtung,

35

FIG 8 und 9 jeweils das Detail VIII des in FIG 3 gezeigten Stellantriebs bei vorgespannter Speichereinrichtung bei Einstellung einer Öffnungsposition, mit

einer integrierten hydraulischen Dämpfungseinrichtung,

FIG 10 in einer detaillierten Ansicht gemäß Detail X der  
5 FIG 4 die integrierte hydraulische Dämpfungseinrichtung nach Auslösung eines Schnellschlusses.

Gleiche Bezugszeichen haben in den einzelnen Figuren die gleiche Bedeutung.

10

FIG 1 zeigt in einem Längsschnitt einen Stellantrieb 1 für ein Ventil, insbesondere ein Turbinenventil. Der Stellantrieb erstreckt sich entlang einer Längsachse 37 und weist entlang der Achse 37 aufeinander folgend eine Ventilspindel 3 zur  
15 Einstellung einer Öffnungsposition eines in der FIG 1 nicht näher dargestellten Ventils, eine Speichereinrichtung 7 sowie einen Antriebsteil 5 auf. Der Antriebsteil 5, die Speichereinrichtung 7 sowie die Ventilspindel 3 sind hierbei zumindest teilweise in einem Gehäuse 29 angeordnet. Die Speichereinrichtung 7 weist ein Federelement 21 auf, wobei das  
20 Federelement 21 aus einer Vielzahl von entlang der Längsachse 37 angeordneten, zueinander benachbarten Tellerfedern 23A, 23B zusammengesetzt ist. Der Antriebsteil 5 ist mit der Ventilspindel 3 über die Speichereinrichtung 7 gekoppelt. Die  
25 Kopplung der Speichereinrichtung 7 mit der Ventilspindel 3 ist über einen am Boden 25 der Speichereinrichtung 7 gebildeten Dämpferkolben 27 erreicht. Die Ventilspindel 3 ist dazu mit dem Dämpferkolben 27 verbunden. Der Dämpferkolben 27 begrenzt die Speichereinrichtung 7 in einer axialen Richtung  
30 entlang der Längsachse 37. An dem dem Dämpferkolben 27 entlang der Längsachse 37 gegenüberliegenden Ende der Speichereinrichtung 7 weist die Speichereinrichtung 7 ein Einrastelement 9 auf. Das Einrastelement 9 weist eine Zunge 15 auf, die sich entlang einer Richtung parallel zu der Längsachse 37 erstreckt. Die Zunge 15 besteht dabei aus einem  
35 biegsamen, insbesondere federelastischen Material, beispielsweise einem Metall.

An das Einrastelement 9 der Speichereinrichtung 7 grenzt entlang der Längsachse 37 der Antriebsteil 5 des Stellantriebs 1. Die Koppelung der Speichereinrichtung 7 an den Antriebsteil 5 erfolgt durch Kontakt der Zunge 15 mit einer äußeren Oberfläche 45 des Antriebsteils 5. Eine weitere Kopplung des Antriebsteils 5 mit der Speichereinrichtung 7 erfolgt durch Kontakt über eine Druckfläche 47 des Federelements 21. Die Druckfläche 47 ist dabei in Kontakt mit der äußeren Oberfläche 45 eines sich entlang der Längsachse 37 erstreckenden Stempels 49 des Antriebsteils 5. Somit kann bei Bedarf, etwa bei einem Spannvorgang, eine Kraft F in Richtung der Längsachse 37 über die Druckfläche 47 auf das Federelement 21 ausgeübt werden. Der Antriebsteil 5 weist eine Einrastrampe 17 auf, die an der äußeren Oberfläche 45 über den Umfang des Antriebsteils 5 gebildet ist. Dabei grenzen das Einrastelement 9 und die Einrastrampe 17 aneinander an, wobei entlang der Richtung der aufzubringenden Kraft F betrachtet das Einrastelement 9 in Kraftrichtung der Einrastrampe 17 nachgeordnet ist. Das Einrastelement 9 liegt mit der Zunge 15 an der äußeren Oberfläche 45 der Einrastrampe 17 an, wobei ein Formschluss erreicht ist. Der Antriebsteil 5 weist weiter eine Freigabevorrichtung 11 auf, welche eine Spule 13 umfasst. Die Spule 13 ist hierbei mit einem elektrischen Strom beaufschlagbar und in den Antriebsteil 5 integriert. Nicht integrierte Ausgestaltungen, mit einer vom Antriebsteil 5 separat angeordneten Freigabevorrichtung 11 sind ebenfalls möglich.

Entlang der Längsachse 37 grenzt an den Dämpferkolben 27 ein Dämpfungszyylinder 31 an, wobei der Dämpfungszyylinder 31 den Dämpferkolben 27 unter Bildung eines Spalts 51 umschließt. Der Dämpferkolben 27 ist entlang der Längsachse 37 bezüglich der Richtung einer aufzubringenden Kraft F in einer Anschlag- oder Endposition. Die mit dem Dämpferkolben 27 verbundene Ventilspindel 3 ist demzufolge in einer Schließposition 53, wobei ein an die Ventilspindel 3 angeschlossenes, in der FIG 1 nicht gezeigtes, Verschlussstück (Ventilkegel) in einem

Ventilsitz eines an den Stellantrieb 1 angeschlossenen, ebenfalls nicht in der FIG 1 dargestellten, Ventils dichtend sitzt. Durch die Schließposition 53 der Ventilspindel 3 ist ein mit Hilfe des der Ventilspindel 3 zugeordneten Ventils einer Turbine zustellendes Fluid in seiner Strömung unterbrochen. Mithin wird bei geschlossenem Ventil kein Fluid, z.B. Heißdampf für eine Dampfturbine, zugestellt. In dem in der FIG 1 gezeigten Stellzustand des Stellantriebs 1 ist das Federelement 21 weitgehend entspannt. Dieser Stellzustand bei geschlossenem Ventil und entspannter Speichereinrichtung 7 kann beispielsweise nach einem erfolgten Schnellschluss des Stellantriebs 1 und des zugeordneten Ventils vorliegen.

Nach einem erfolgten Schnellschluss ist zum Einstellen einer Öffnungsposition des Ventils zunächst die Speichereinrichtung 7 mit einer vorgebbaren Vorspannung vorzuspannen. Der Spannvorgang der Speichereinrichtung 7 ist in FIG 2 näher dargestellt, die den Stellantrieb 1 der FIG 1 in einem Stellzustand während eines Spannvorgangs der Speichereinrichtung 7 zeigt. In einem Spannvorgang wird eine Vorspannung auf das Federelement 21 der Speichereinrichtung 7 aufgebracht, indem eine Kraft F über den Antriebsteil 5 vermittelt auf die Druckfläche 47 des Federelements 21 ausgeübt wird. Dadurch wird das Federelement 21 oder die das Federelement 21 bildenden Tellerfedern 23A, 23B zusammengedrückt. Zugleich wird der Stempel 49 in Richtung der Kraft F parallel zu der Längsachse 37 bewegt. Mit dieser Auslenkung des Antriebsteils 5 gegenüber der ruhenden Speichereinrichtung 7 ist ein elastisches Auseinanderbiegen oder Öffnen der Zunge 15 des Einrastelements 9 verbunden, wobei die Zunge 15 bei dieser Relativbewegung in Kontakt mit der Einrastrampe 17 bleibt und bei der Linearbewegung im Wesentlichen der Kontur der Einrastrampe 17 folgt. Die Einrastrampe 17 weist eine Kontur mit einer aufsteigenden Flanke 33 sowie mit einer sich entlang der Längsachse 37 an die aufsteigende Flanke 33 anschließenden absteigenden Flanke 35. Die Oberfläche 45 bildet entlang der aufsteigenden Flanke 33 und der absteigenden Flanke 35 eine Re-

aktionsfläche für das Einrastelement 9, insbesondere für die biegsame, federelastische Zunge 15. Neben einer Zunge 15 kann das Einrastelement 9 auch eine weitere Zunge 15A aufweisen, wobei sowohl die Zunge 15 als auch die weitere Zunge 15A während des Spannvorgangs entlang der Einrastrampe 17 gleiten und dabei in einer Ebene senkrecht zu der Längsachse 37 auseinandergespreizt werden. Bei weiterer Ausübung einer gemäß der Federcharakteristik des Federelements 21 anwachsenden Kraft  $F$  wird der Spannvorgang solange fortgesetzt bis die Zunge 15, 15A sich allmählich wieder zusammenschließend entlang der absteigenden Flanke 35 der Einrastrampe 17 gleitet und schließlich das Einrastelement 9 einrastet, wobei dieses seine Einrastposition erreicht. Mit schlussendlichem Erreichen der Einrastposition (siehe auch FIG 3) ist der Spannvorgang abgeschlossen und die Speichereinrichtung 7 auf eine Vorspannung  $F_v$  vorgespannt. Zugleich ist der Stellantrieb 1 in einem Stellzustand gebracht, der eine Betriebsbereitschaft zum Einstellen einer Öffnungsposition D eines an den Stellantrieb 1 angeschlossenen Ventils darstellt (Betriebsstellung). In der Einrastposition ist das Einrastelement 9 mit der biegsamen, federelastischen Zunge 15, 15A in einem formschlüssigen Eingriff mit der Einrastrampe 17. Das Einrastelement 9 ist somit eingerastet, wobei die Zunge 15, 15A sich an die Freigabevorrichtung 11 anschmiegt.

Die Funktionsweise des Stellantriebs 1 in der Betriebsstellung, d.h. bei mit einer Vorspannung  $F_v$  vorgespannter Speichereinrichtung 7 ist in der FIG 3 näher erläutert. In der Betriebsstellung ist das vorgespannte Federelement 21 zwischen dem Boden 25 des Dämpferkolbens 27 und dem Stempel 49 des Antriebsteils 5 eingeschlossen. Die Freigabevorrichtung 11 ist aktiviert, indem die Magnetspule 13 von einem elektrischen Strom durchflossen wird. Bei Verwendung eines zumindest bereichsweise magnetischen Materials für die Zunge 15, 15A wird die Zunge 15, 15A von der aktivierten Magnetspule 13 angezogen und gehalten. In diesem Zustand ist die gespeicherte Federenergie 21 der Speichereinrichtung 7 eingeschlossen, wo-



bei die Zungen 15, 15A die Einrastrampe 17 in einer Umfangsrichtung umklammern. Bei einer entsprechenden Vielzahl von Zungen 15, 15A (vgl. etwa FIG 5 und FIG 6) ist dadurch ein teilweise von den Zungen 15, 15A gebildeter Klammerkorb 19 oder Lamellenkorb 19 vorgesehen, wobei der Klammerkorb 19 den Antriebsteil 5 umklammert. In dem Klammerkorb 19 ist das die Vorspannung  $F_v$  speichernde Federelement 21 angeordnet. Der Antriebsteil 5 ist mit der Ventilspindel 3 über eine in dem Spannvorgang auf die Vorspannung  $F_v$  vorgespannte Speichereinrichtung 7 so gekoppelt, dass bei vorgespannter Speichereinrichtung 7 bei der Einstellung einer Öffnungsposition D die Vorspannung  $F_v$  unverändert bleibt. Gegenüber der Schließposition 53 ist der in der FIG 3 gezeigte Stellantrieb 1 in einer Öffnungsposition D, wobei der Dämpferkolben 27 entlang der Längsachse 37 vollständig aus dem Dämpfungszyylinder 31 heraus ausgelenkt ist. Zur Einstellung oder Änderung der Öffnungsposition D ist eine Stellkraft  $F_s$ ,  $F_s'$  erforderlich, die von dem Antriebsteil 5 vermittelt und auf die Speichereinrichtung 7 und die damit verbundenen Ventilspindel 3 übertragen wird. Mit einer Stellkraft  $F_s$  entlang der Längsachse 37 in einer von dem Dämpfungszyylinder 31 abgewandten Richtung wird eine Vergrößerung der Öffnungsposition D erreicht. Mit einer Stellkraft  $F_s'$  in einer entgegengesetzten Richtung zur Stellkraft  $F_s$ , d. h. entlang der Längsachse 37 in einer auf den Dämpfungszyylinder 31 zugewandten Richtung, wird die Öffnungsposition D verkleinert. Somit kann durch Einstellung der Öffnungsposition D der Durchfluss durch ein mit dem Stellantrieb 1 betreibbares Ventil genau eingestellt werden.

Die Speichereinrichtung 7 ist dabei mit dem Antriebsteil 5 so verbunden, dass unter der Vorspannung  $F_v$  der Antriebsteil 5 mit der Speichereinrichtung 7 bei Einstellung der Öffnungsposition D gemeinsam bewegt wird. Dadurch dass die Ventilspindel 3 mit dem Dämpferkolben 27 der Speichereinrichtung 7 verbunden ist, folgt die Ventilspindel 3 der durch den Antriebsteil 5 vermittelten Stellkraft  $F_s$ ,  $F_s'$ . Bei der Einstellung der Öffnungsposition D ist die dafür aufzubringende Stell-

kraft  $F_s$ ,  $F_s'$  kleiner als die Vorspannung  $F_v$ . Die Einstellung einer Öffnungsposition D kann somit mit einer erheblich geringeren Stellkraft  $F_s$ ,  $F_s'$  als bei herkömmlichen Stellantrieben erfolgen. Insbesondere wird mit dem erfindungsgemäßen Konzept der Spannvorgang zum Vorspannen der Speichereinrichtung 7 von dem eigentlichen Einstellen einer Öffnungsposition D getrennt, so dass Spannvorgang und Einstellvorgang unabhängig voneinander sind. Bei der Einstellung der Öffnungsposition D bleibt die Vorspannung  $F_v$  der vorgespannten Speichereinrichtung 7 unverändert, wohingegen bei herkömmlichen Stellantrieben mit Federspeicher zur Einstellung einer Öffnungsposition D gegen die Rückstellkraft Arbeit verrichtet werden muss. Eine Öffnungsposition D kann hierbei auch mit der Schließposition 53 übereinstimmen, so dass dann  $D = 0$  ist.

Aus Gründen der Betriebssicherheit für den Stellantrieb 1 und somit auch für ein von dem Stellantrieb 1 antreibbares Ventil, insbesondere für ein Dampfturbinenventil, ist der Antriebsteil 5 mit der Ventilspindel 3 über die in dem Spannvorgang auf eine Vorspannung  $F_v$  vorgespannte Speichereinrichtung 7 gekoppelt. Die Speichereinrichtung 7 umfasst das Federelement 21, wobei das vorgenannte Federelement 21 in dem Klammerkorb 19 angeordnet ist und auf den an der Ventilspindel 3 befestigten Dämpferkolben 27 einwirkt, wobei die Vorspannung  $F_v$  insbesondere auf den Boden 25 des Dämpferkolbens 27 wirkt. Der Stellantrieb 1 ist dabei derart ausgelegt, dass die Federkraft des Federelements 21 erforderlichenfalls schnelles Schließen eines von dem Stellantrieb 1 antreibbaren Ventils herbeiführen kann. Bei einem derartigen Schließvorgang wird der Dämpferkolben 27 mit der Ventilspindel 3 durch das sich entspannende Federelement 21 beschleunigt und in die Schließposition 53 gebracht. Dieser sogenannte Schnellschluss-Vorgang wird dadurch ausgelöst, dass die Freigabevorrichtung 11 den die Zunge 15, 15A freigibt. Dazu wird der Stromfluss durch die Magnetspule 13 der Freigabevorrichtung 11 abgeschaltet. Durch die Freigabe wird aufgrund der Vorspannung  $F_v$  das Einrastelement 9 von der Einrastrampe 17 ge-

löst und zusammen mit dem gesamten Klammerkorb 19 in Richtung der Schließposition 53 beschleunigt. Bei einem Stromausfall und einer damit verbundenen Unterversorgung der Magnetspule 13 ist somit ein automatischer Selbstschluss des Stellantriebs 1 und des von diesem antreibbaren Ventils gewährleistet (vgl. FIG 4).

In der FIG 4 ist ein Stellzustand des Stellantriebs 1 nach einem automatischen Selbstschluss dargestellt. Dieser Stellzustand entspricht im Wesentlichen wieder dem in FIG 1 gezeigten Stellzustand des Stellantriebs 1 mit entspannter Speichereinrichtung 7, insbesondere mit einem entspannten Federelement 21. Durch den Schnellschluss ist die Ventilspindel 3 in der Schließposition 53 und ein dem Stellantrieb 1 zugeordnetes, in FIG 4 nicht dargestelltes, Ventil ist geschlossen. Zur Einstellung einer Öffnungsposition D ist die Speichereinrichtung 7 zunächst erneut mit einer Vorspannung  $F_v$  vorzuspannen, indem eine Kraft  $F$  parallel zu der Längsachse 37 auf den Antriebsteil 5 aufzubringen ist. Die näheren Einzelheiten für einen Spannvorgang sind bereits im Zusammenhang mit der FIG 1 ausführlich diskutiert.

Zur Verbesserung der Dämpfungseigenschaften in einem Schnellschluss kann der von dem Dämpferkolben 27 und dem Dämpfungszylinder 31 gebildete Spalt 51 zumindest teilweise mit einer Dämpfungsflüssigkeit 55 beaufschlagt sein. Die Dämpfungsflüssigkeit 55 ist hierbei beispielsweise ein Hydrauliköl, welches zugleich der Schmierung der in dem Gehäuse 29 des Stellantriebs 1 angeordneten beweglichen Komponenten dient. Zusätzlich ist die Ventilspindel 3 gegenüber dem Dämpfungszylinder 31 und dem Gehäuse 29 mittels jeweiliger Dichtelemente 41, 39 abgedichtet. Die Dichtelemente 39, 41 verhindern einen Austritt von Dämpfungsflüssigkeit 55 aus dem Spalt 51 sowie aus dem Gehäuse 29. Weiterhin bewirken die Dichtelemente 39, 41 eine Führung der Ventilspindel 3, so dass diese gleichmäßig und reproduzierbar in eine Öffnungsposition D einstellbar oder erforderlichenfalls z.B. in einem Schnellschluss in die

Schließposition bringbar ist. Zur Einstellung einer Öffnungsposition D können an den Antriebsteil 5 weitere, in den Figuren nicht dargestellte, Antriebskomponenten angeschlossen sein. Dies kann beispielsweise ein Getriebe und ein das Getriebe antreibender Elektromotor sein. In diesem Falle liefert der Elektromotor das Drehmoment, welches über ein beispielsweise mehrstufiges Getriebe, z.B. ein Winkelgetriebe, den Antriebsteil 5, beispielsweise als Kugelumlaufantrieb ausgeführt, betätigt. Damit wird die Drehbewegung eines Elektromotors in eine Linearbewegung des Antriebsteils 5 umgesetzt. Durch das Vorsehen eines Elektromotors wird zusammen mit dem Stellantrieb 1 ein elektromechanischer Stellantrieb für ein Ventil bereitgestellt. Neben dem beispielhaft genannten Kugelumlaufantrieb kommen aber auch andere Antriebe, beispielsweise mit einer Kurbelscheibe oder einer Exzentrerscheibe in Frage, um den Antriebsteil 5 in eine lineare Bewegung zu versetzen. Das Konzept der Erfindung ist damit sehr flexibel an unterschiedliche Getriebeformen anpassbar. Der Stellantrieb 1 ist darüber hinaus in sehr vorteilhafterweise für unterschiedliche Ventile geeignet. Er kann für Dampfturbinenventile, Gasturbinenventile oder Armaturen in industriellen Anlagen, z.B. in der chemischen Industrie, eingesetzt werden, wo ein sicherer und präziser Betrieb des Stellantriebs 1 zu gewährleisten ist.

Um alternative Ausgestaltungen des Klammerkorbs 19 zu veranschaulichen, zeigen die Figuren 5 und 6 jeweils eine Schnittansicht entlang der Schnittlinie V-V des in der Figur 4 dargestellten Stellantriebs 1. Der Schnitt ist hierbei senkrecht zu der Längsachse 37 zu verstehen, wodurch eine Schnittebene mit einer ersten Achse 57 und mit einer sich senkrecht zur ersten Achse 57 erstreckenden zweiten Achse 59 definiert ist. In Figur 5 sind vier Zungen 15, 15A, 15B, 15C vorgesehen, die den Antriebsteil 5 umklammern. Die Zungen 15, 15A sind dabei entlang der ersten Achse 57 angeordnet, während die Zungen 15C, 15B entlang der zweiten Achse 59 angeordnet sind. Hierbei liegt die Zunge 15 der Zunge 15A sowie die Zunge 15C der

Zunge 15B entlang der jeweiligen Achse 57, 59 gegenüber, wobei der Antriebsteil 5 umklammert ist. Jede der Zungen 15, 15A, 15B, 15C ist dabei in Kontakt mit der äußeren Oberfläche 45 des Antriebsteils 5 und übt eine Klammerkraft oder Klemmkraft auf die äußere Oberfläche 45 aus.

Eine alternative Ausgestaltung mit einer Mehrzahl von Zungen 15, 15A, 15B, 15C, 15D, 15E, 15F, 15G, ist in der Figur 6 gezeigt. Die Zungen 15A, 15B, 15C, 15D, 15E, 15F, 15G sind dabei konzentrisch um den Antriebsteil 5 in einer Umfangsrichtung symmetrisch angeordnet. Durch die symmetrische Anordnung ist eine besonders gleichmäßige Kräfteverteilung und Lastaufnahme erzielbar, wodurch bei einem Spannvorgang das die Zungen 15, 15A, 15B, 15C, 15D, 15E, 15F, 15G aufweisende Einra-  
stelement 9 besonders gut in Eingriff mit der Einrastrampe 17 gelangt. Darüber hinaus ist bei einem Spannvorgang der Klammerkorb 19 besonders gleichförmig in seiner Bewegung relativ zu dem Antriebsteil 5, insbesondere zu dem Stempel 49 und der Einrastrampe 17, geführt.

In FIG 7 ist das Detail VII der FIG 2, die einen Spannvorgang der Speichereinrichtung zeigt, näher dargestellt. In dem Spannvorgang wird eine Vorspannung auf das Federelement 21 der Speichereinrichtung 7 aufgebracht (vgl. FIG 2). Wie in der Detailansicht in FIG 7 dargestellt, ist für eine besonders wirksame Entlagendämpfung in den Dämpferkolben 27 eine hydraulische Dämpfungseinrichtung 61 integriert. Die hydraulische Dämpfungseinrichtung 61 weist einen ersten Dichtraum 63A und einen vom ersten Dichtraum 63A verschiedenen zweiten Dichtraum 63B auf. Dem ersten Dichtraum 63A und dem zweiten Dichtraum 63B ist dabei jeweils eine Hydraulikflüssigkeit 65, beispielsweise Öl, zur Dämpfung zuführbar oder aus den Dichträumen 63A, 63B abführbar. Zur räumlichen Separierung des ersten Dichtraums 63A von dem zweiten Dichtraum 63B ist eine bewegliche Aktuatorplatte 67 vorgesehen. Diese ist mit der Ventilspindel 3 fest verbunden, so dass eine Bewegung der Ventilspindel unmittelbar zu einer Bewegung der Aktuatorplat-

te 67 führt. In dem ersten Dichtraum 63A ist ein Dichtelement 71A und in dem zweiten Dichtraum 63B ein Dichtelement 71B vorgesehen. Die Dichtelemente 71A, 71B sind verformbar, d. h. sie weisen gewisse elastische Eigenschaften auf, und können beispielsweise als Viton-O-Ringe realisiert sein. Bei einer Bewegung der beweglichen Aktuatorplatte 67 kann somit je nach Bewegungsrichtung ein Dichtelement 71A, 71B verformt werden. Durch die Verformung eines Dichtelements 71A, 71B wird eine Volumenänderung eines Dichtraums 63A, 63B herbeigeführt. Die Zufuhr oder Abfuhr von Hydraulikflüssigkeit 65 im ersten Dichtraum 63A und/oder im zweiten Dichtraum 63B wird jeweils über einen infolge der Volumenänderung in den Dichträumen 63A, 63B verursachten Differenzdruck bewirkt. Ein Differenzdruck stellt sich hierbei zwischen dem jeweils betrachteten Dichtraum 63A, 63B und einem Umgebungsdruck ein. Der Umgebungsdruck herrscht hierbei beispielsweise innerhalb des Gehäuses 29, wobei sich ein Druckgradient über die Dichtspitze 41 in den ersten Dichtraum 63A einstellt. Der zweite Dichtraum 63B wird durch ein Drosselement 69 begrenzt, über dessen Dimensionierung, insbesondere dessen Querschnittsfläche, ein Zufluss oder Abfluss von Hydraulikflüssigkeit 65 in den zweiten Dichtraum 63B hinein oder aus dem zweiten Dichtraum 63B heraus zeitlich genau festgelegt werden kann. Die Dämpfungseinrichtung 61 weist weiterhin ein Stellelement 73 auf, welches beispielsweise in Form einer Stellschraube realisiert sein kann. Über das Stellelement 73 ist vorab eine gewisse Verformung der Dichtelemente 71A, 71B einstellbar, wodurch die Elastizität der Dichtelemente 71A, 71B und somit die Dämpfungseigenschaften beeinflusst werden. Die bewegliche Aktuatorplatte 67 ist in etwa mittig zentriert innerhalb des Dämpferkolbens 27 angeordnet und sitzt beidseitig formschlüssig zwischen den verformbaren Dichtelementen 71A, 71B.

Durch diese Ausgestaltung wird je nach linearer Bewegungsrichtung der Ventilspindel einseitig ein verformbares Dichtelement 71A, 71B verformt. Im Fall einer Stauchung des Dichtelements 71B, wie in der FIG 7 gezeigt, wird seine effektive

Dichtfläche vergrößert und der erste Dichtraum 73B in seinem effektiven, der Hydraulikflüssigkeit zur Verfügung stehenden, Volumen entsprechend verkleinert. Auf der gegenüberliegenden Seite der beweglichen Aktuatorplatte 67 löst sich das Dichtelement 71A, z. B. ein Viton-O-Ring, bei dem gezeigten Stellvorgang von der Aktuatorplatte 67 ab. Der dem Dichtelement 71A zugeordnete erste Dichtraum 63A vergrößert sich entsprechend und wird aufgrund des sich einstellenden Differenzdrucks, hier ein Unterdruck im ersten Dichtraum 63A, mit Hydraulikflüssigkeit 65 gefüllt. Die Verformung der verformbaren oder elastischen Dichtelemente 71A, 71B wird durch einen Kontakt der Dichtelemente 71A, 71B mit dem Dämpferkolben 27 begrenzt. Der Dämpferkolben 27 umschließt sozusagen die integrierte Dämpfungseinrichtung 61, insbesondere die Aktuatorplatte 67 sowie die beidseitig der Aktuatorplatte 67 angeordneten, einem jeweiligen Dichtraum 63A, 63B zugeordneten, verformbaren Dichtelemente 71A, 71B.

In FIG 7 ist dabei die Stellsituation gezeigt, dass die Speichereinrichtung 7 auf eine Vorspannung  $F_v$  vorgespannt ist und das Ventil in der Schließposition ist (vgl. auch Diskussion zu FIG 2). Im Allgemeinen ist bei der Anwendung in einem Dampfturbinenventil dieses konstruktiv so ausgelegt, dass der anstehende Dampfdruck das Ventil geschlossen hält.

Im Vergleich dazu zeigen die Figuren 8 und 9 jeweils Situationen während eines Öffnungsvorganges des Stellantriebs 1. In Anlehnung an die FIG 3, die einen solchen Stellvorgang zeigt, zeigt FIG 8 den Beginn eines Öffnungsvorganges des Stellantriebs 1. Der Stellantrieb 1 arbeitet hierbei gegen eine Dichtkraft, die das Ventil geschlossen hält. Dies kann beispielsweise bei Anwendung in einer Dampfturbine die durch den Dampfdruck vermittelte Dichtkraft sein, da der Dampfdruck an einem der Ventilspindel 3 zugeordneten, in der FIG 8 nicht näher dargestellten Ventilkegel, ansteht. Infolge dieser mechanischen Arbeit des Stellantriebs 1 gegen die Dichtkraft gerät der Dämpferkolben 27 in Kontakt mit dem Dichtelement

71A, welches sich im ersten Dichtraum 63A befindet. Der Dämpferkolben 27 verformt dabei das Dichtelement 71A, bis der Dämpferkolben 27 und die bewegliche Aktuatorplatte 67 in Kontakt geraten, d. h. zur Anlage kommen. Gleichzeitig wird das  
5 sich im zweiten Dichtraum 63B befindliche Dichtelement 71B entlastet und dichtet den zweiten Dichtraum 63B nicht mehr ab, da das Dichtelement 71B sich von der beweglichen Aktuatorplatte 67 löst. Dies führt zu einer Vergrößerung des Volumens des zweiten Dichtraumes 63B. Durch diese Volumenvergrößerung im zweiten Dichtraum 63B entsteht ein Unterdruck, d.  
10 h. ein Differenzdruck zur Umgebung, der bewirkt, dass sich der zweite Dichtraum 63B weiter mit Hydraulikflüssigkeit 65 füllt.

15 In FIG 9 ist ein Stellzustand des Stellantriebs 1 im Detail VIII gezeigt, wie er sich im Wesentlichen aus der in der FIG 3 gezeigten Darstellung ergibt. FIG 9 zeigt demzufolge im Detail eine Öffnungsposition eines Ventils, bei dem der Stellantrieb 1 die Ventilspindel 3 zusammen mit dem Dämpferkolben  
20 27 in Richtung der Längsachse 37 aus dem Dämpfungszyylinder 31 heraus ausgelenkt hat. Die integrierte hydraulische Dämpfungseinrichtung 61 ist demzufolge ebenso zusammen mit dem Dämpferkolben 27 entsprechend entlang der Längsachse 37 ausgelenkt. Während des Stellvorgangs, d. h. während der Auslenkung,  
25 ist die Ventilspindel 3 mit der an die Ventilspindel 3 angeschlossenen beweglichen Aktuatorplatte 67 über die verformbaren, insbesondere elastischen, Dichtelemente 71A, 71B im Wesentlichen formschlüssig gehalten und zugleich geführt. Daneben sind weitere, als Dichtspitzen ausgestaltete Dichtelemente 39, 41 vorgesehen, über die die Ventilspindel 3 ge-  
30 dichtet und geführt ist. Bei einem Öffnungsvorgang, wie er in der FIG 9 dargestellt ist, ist demzufolge sowohl das in dem ersten Dichtraum 63A angeordnete Dichtelement 71A als auch das auf der gegenüberliegenden Seite der Aktuatorplatte 67  
35 angeordnete Dichtelement 71B in dem zweiten Dichtraum 63B in einer Kontaktposition mit der Aktuatorplatte 67 und mit einer von dem Dämpferkolben 27 gebildeten Begrenzungsfläche eines



Dichtraums 63A, 63B. Beide Dichtelemente 71A, 71B sind somit unter einer gewissen elastischen Spannung im jeweiligen Dichtraum 63A, 63B vorgespannt und von der Aktuatorplatte 67 und der von dem Dämpferkolben 27 gebildeten inneren Begrenzungsfläche eingeklemmt. Die Aktuatorplatte 67 ist dabei nicht in Kontakt mit dem Dämpferkolben 27, sondern ist im Wesentlichen bereits durch die verformbaren Dichtelemente 71A, 71B mittig gehalten. Durch diese Konfiguration wird vorteilhafterweise bewirkt, dass eventuell auftretende Schwingungen, die möglicherweise beim Einsatz des Stellantriebs 1 in einer Dampfmaschine von einer Dampfströmung durch das teilweise offene Ventil angeregt und auf den Stellantrieb 1, insbesondere den Dämpferkolben 27 mit der integrierten Dämpfungseinrichtung 61, übertragen werden, durch die Füllung der Dichträume 63A, 63B mit der Hydraulikflüssigkeit 65, z. B. Hydrauliköl, sowie durch die elastischen Dichtelemente 71A, 71B gedämpft werden.

FIG 10 nimmt Bezug auf das Detail X der FIG 4. Hierbei ist ein Stellzustand des Stellantriebs 1 nach einem automatischen Selbstschluss oder Schnellschluss dargestellt. Dieser Stellzustand entspricht im Wesentlichen auch wieder dem in der FIG 1 gezeigten und bereits ausführlich diskutierten Stellzustand des Stellantriebs 1 mit entspannter Speichereinrichtung 7, insbesondere mit einem entspannten Federelement 21. Durch den Schnellschluss ist die Ventilspindel 3 in der Schließposition 53 (vgl. FIG 4) und ein dem Stellantrieb 1 zugeordnetes, in den Figuren 4 und 10 nicht näher dargestelltes, Ventil geschlossen. Während des Schnellschluss wird der Dämpferkolben 27 durch die frei werdende potentielle Energie des Federelements 21 in Schließrichtung entlang der Längsachse 37 beschleunigt.

Infolge der Trägheit der dabei beschleunigten Massen, insbesondere der Massen der Ventilspindel 3 mit sich daran anschließendem, nicht näher dargestellten Ventilkegel, sowie der Aktuatorplatte 67, wird das von der Schließposition ent-

lang der Längsachse 37 abgewandte Dichtelement 71B in dem zweiten Dichtraum 63B verformt. Die Verformung wird dabei durch ein Einklemmen des Dichtelements 71B zwischen die Ak-  
tuatorplatte 67 und einer den zweiten Dichtraum 63B begren-  
5 zenden, von dem Dämpferkolben 27 gebildeten, Begrenzungsflä-  
che bewirkt. Demgegenüber ist in dem in der FIG 10 gezeichne-  
ten Stellzustand das Dichtelement 71A im ersten Dichtraum 63A  
im Wesentlichen spannungsfrei, d. h. ohne eine entsprechende  
Verformung. Mit der Verformung des Dichtelements 71B im zwei-  
10 ten Dichtraum 63B ist unmittelbar eine Verringerung des ef-  
fektiven Volumens im zweiten Dichtraum 63B verbunden. Die  
Folge davon ist eine Verdrängung von Hydraulikflüssigkeit 65  
aus dem zweiten Dichtraum 63B heraus. Die Hydraulikflüssig-  
keit 65 kann jedoch den zweiten Dichtraum 63B, wie über die  
15 entsprechenden Pfeile in FIG 10 näherungsweise angedeutet,  
nur über das hydraulische Drosselelement 69 verlassen. Hat  
die Ventilspindel 3 beim Schnellschluss schließlich die  
Schließposition 53 (vgl. FIG 4) erreicht, so bewirkt die Mas-  
senträgheit des Dämpferkolbens 27 und des Federelements 21  
20 aufgrund ihrer Bewegungsenergie zunächst noch eine weitere  
Verformung des Dichtelements 71B im zweiten Dichtraum 63B.  
Diese Verformung nach Erreichen der Schließposition 53 durch  
die Ventilspindel 3 setzt sich noch so lange fort, bis der  
Dämpferkolben 27 und die Aktuatorplatte 67 in Kontakt kommen.  
25 Bis zu diesem Kontakt wird weiter Hydraulikflüssigkeit 65 aus  
dem zweiten Dichtraum 63B über das hydraulische Drosselele-  
ment 69 austreten. Die Dimensionierung des hydraulischen  
Drosselelements 69, insbesondere im Hinblick auf den geome-  
trischen Querschnitt des Drosselelements 69, bestimmt dabei  
30 den zeitlichen Verlauf dieses Fluidaustritts und somit das  
Endlagendämpfungsverhalten der Dämpfungseinrichtung 61 in  
diesem Betriebszustand. Die durch das hydraulische Drossele-  
lement 69 aus dem zweiten Dichtraum 63B austretende Hydrau-  
likflüssigkeit 65 wird von einem im Wesentlichen drucklosen,  
35 nicht näher spezifizierbaren, Sammelraum, der beispielsweise  
durch das Gehäuse 29 begrenzt ist, aufgenommen. Im Falle ei-  
ner Schnellschlussauslösung wird mithin durch die in den

Dämpferkolben 27 integrierte Dämpfungseinrichtung 1 eine deutlich verbesserte Entlagendämpfung für den Stellantrieb 1 erreicht. Wie beschrieben, wird die Dämpfungseinrichtung insbesondere eine gezielte Reduzierung der Aufschlagenergie beim Erreichen der Schließposition 53 ermöglicht.

## Patentansprüche

1. Stellantrieb (1) für ein Ventil, insbesondere ein Turbinenventil, mit einer Ventilspindel (3) zur Einstellung einer Öffnungsposition (D) des Ventils und mit einem der Ventilspindel (3) zugeordneten Antriebsteil (5)  
dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebsteil (5) mit der Ventilspindel (3) über eine in einem Spannvorgang auf eine Vorspannung ( $F_v$ ) vorspannbare Speichereinrichtung (7) so gekoppelt ist, dass bei vorgespannter Speichereinrichtung (7) bei der Einstellung der Öffnungsposition (D) die Vorspannung ( $F_v$ ) unverändert bleibt.
2. Stellantrieb nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass bei der Einstellung der Öffnungsposition (D) die dafür aufzubringende Stellkraft ( $F_s$ ,  $F_s'$ ) kleiner ist als die Vorspannung ( $F_v$ ).
3. Stellantrieb nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass unter Vorspannung ( $F_v$ ) der Antriebsteil (5) mit der Speichereinrichtung (7) so verbunden ist, dass der Antriebsteil (5) mit der Speichereinrichtung (7) bei Einstellung der Öffnungsposition (D) gemeinsam bewegt wird.
4. Stellantrieb nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass zur Beibehaltung der Vorspannung ( $F_v$ ) ein Einrastelement (9) vorgesehen ist, welches beim Spannvorgang einrastet.
5. Stellantrieb nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass das eingerastete Einrastelement mindestens etwa 50% der Vorspannung ( $F_v$ ) hält.

6. Stellantrieb nach Anspruch 4 oder 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass eine  
Freigabevorrichtung (11) vorgesehen ist, welche bis zu etwa  
50% der Vorspannung ( $F_V$ ) hält.

5

7. Stellantrieb nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Frei-  
gabevorrichtung (11) elektromagnetisch, insbesondere mittels  
einer Spule (13), aktivierbar ist.

10

8. Stellantrieb nach einem der Ansprüche 4 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass das Ein-  
rastelement (9) eine biegsame, insbesondere federelastische,  
Zunge (15, 15A, 15B) zum formschlüssigen Eingriff mit einer  
15 Einrastrampe (17) aufweist.

9. Stellantrieb nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass eine  
Mehrzahl von Zungen (15, 15A, ... 15G) vorgesehen ist, die die  
20 Einrastrampe (17) in einer Umfangrichtung umklammern.

10. Stellantrieb nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass ein teil-  
weise von den Zungen (15, 15A, ... 15G) gebildeter Klammerkorb  
25 (19) vorgesehen ist, wobei der Klammerkorb (19) den Antriebs-  
teil (5) umklammert.

11. Stellantrieb nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet, dass in dem  
30 Klammerkorb (19) ein die Vorspannung ( $F_V$ ) speicherndes Fe-  
derelement (21), insbesondere eine Tellerfeder (23A, 23B), an-  
geordnet ist.

12. Stellantrieb nach Anspruch 11  
35 dadurch gekennzeichnet, dass der Boden  
(25) des Klammerkorbs (19) einen Dämpferkolben (27) aufweist,  
welcher zur Dämpfung der Bewegung der Ventilspindel (3), ins-

besondere bei einem Entspannen des Federelements (21), vorgesehen ist.

13. Stellantrieb (1) nach Anspruch 12,

5    d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,    dass in den Dämpferkolben (27) eine hydraulische Dämpfungseinrichtung (61) zur Entlagendämpfung integriert ist.

14. Stellantrieb (1) nach Anspruch 13,

10    d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,    dass die hydraulische Dämpfungseinrichtung (61) einen ersten Dichtraum (63A) und einen vom ersten Dichtraum (63A) verschiedenen zweiten Dichtraum (63B) umfasst, wobei den Dichträumen (63A, 63B) in Abhängigkeit von der Öffnungsposition jeweils Hydraulikflüssigkeit (65) , insbesondere Öl, zur Dämpfung zuführbar oder abführbar ist.

15. Stellantrieb (1) nach Anspruch 14,

20    d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,    dass die Zufuhr oder Abfuhr von Hydraulikflüssigkeit im ersten Dichtraum (63A) und im zweiten Dichtraum (63B) jeweils über eine infolge einer Volumenänderung der Dichträume (63A, 63B) verursachten Differenzdruck bewirkt ist.

25    16. Stellantrieb (1) nach Anspruch 14 oder 15,

     d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,    dass zur räumlichen Separierung der Dichträume (63A, 63B) eine bewegliche Aktuatorplatte (67) vorgesehen ist.

30    17. Stellantrieb (1) nach Anspruch 14, 15 oder 16,

     d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,    dass zumindest an einen der Dichträume (63A, 63B) ein hydraulisches Drosselement (69) angrenzt.

35    18. Stellantrieb (1) nach einem der Ansprüche 14 bis 17,

     d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,    dass in einem Dichtraum (63A, 63B) ein verformbares Dichtelement (71A, 71B)

angeordnet ist, über dessen Verformung das Volumen des Dichtraums (71A, 71B) änderbar ist.

19. Stellantrieb (1) nach Anspruch 18,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass ein Stellelement (73), insbesondere eine Stellschraube, vorgesehen ist, die mittelbar oder unmittelbar auf das Dichtelement (71A, 71B) einwirkt und zur Einstellung der Elastizität des Dichtelements (71A, 71B) dient.

10 20. Stellantrieb (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h eine Ausgestaltung für ein Ventil einer Dampfturbine.

15

1/7

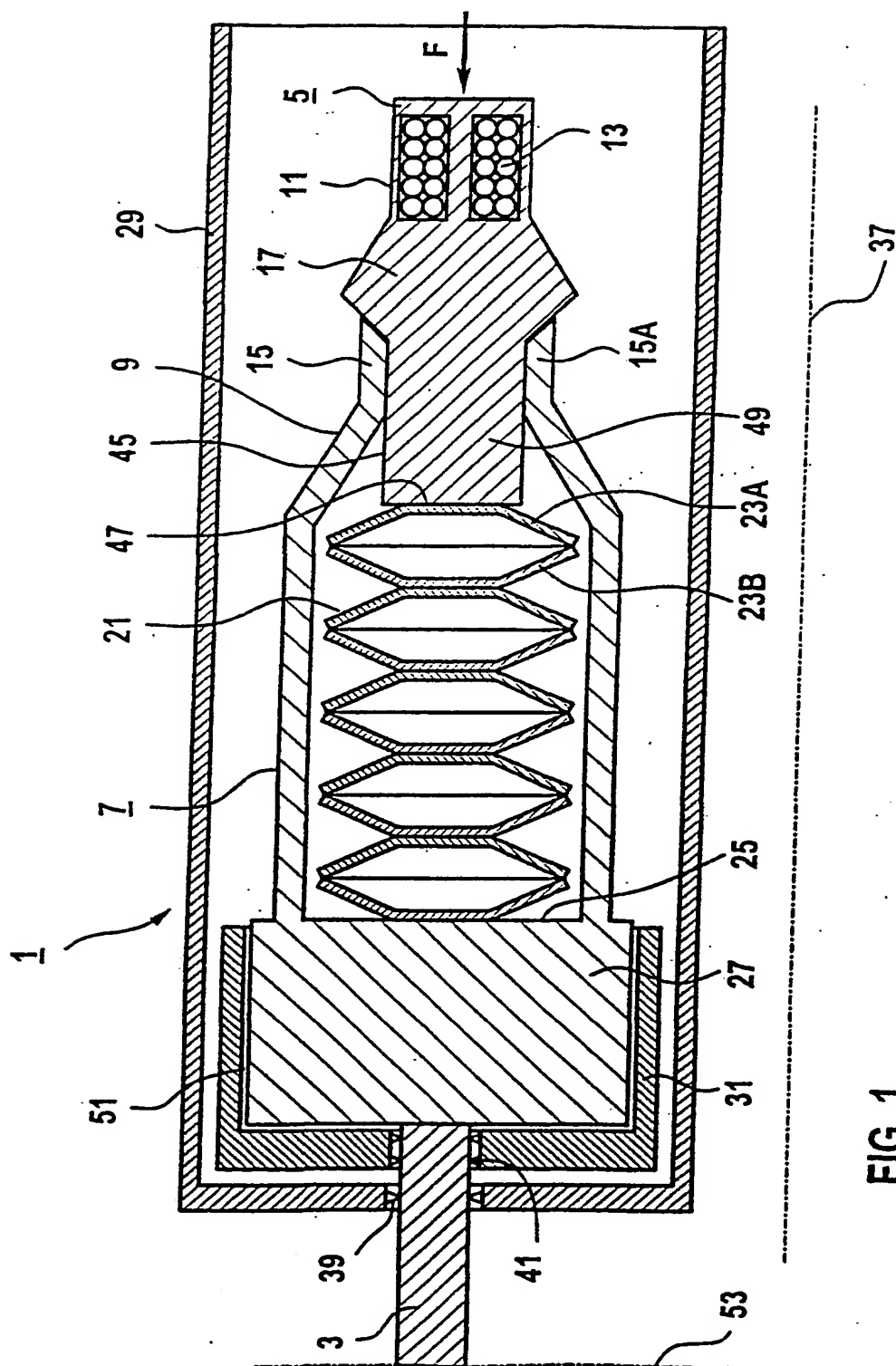
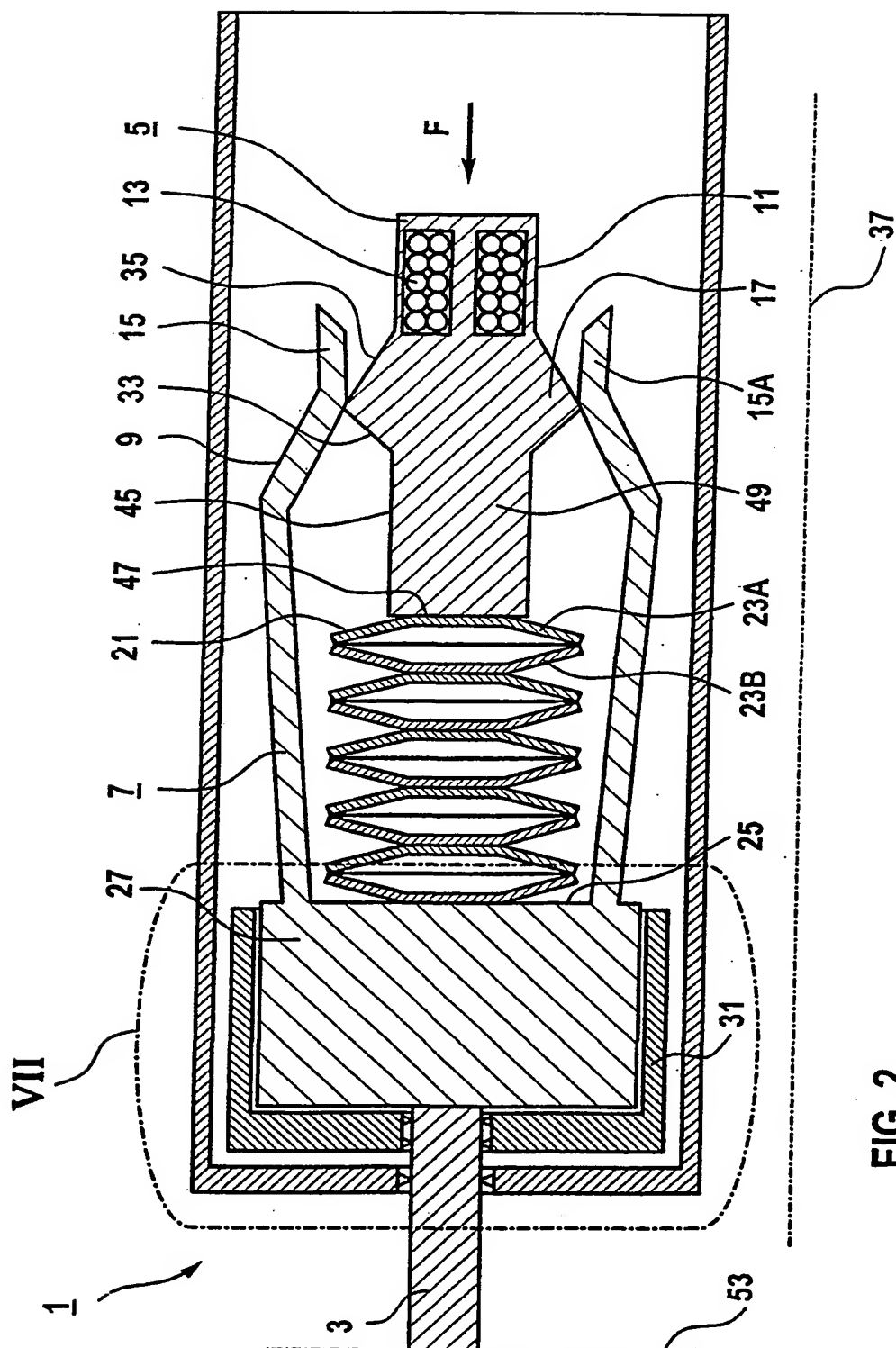


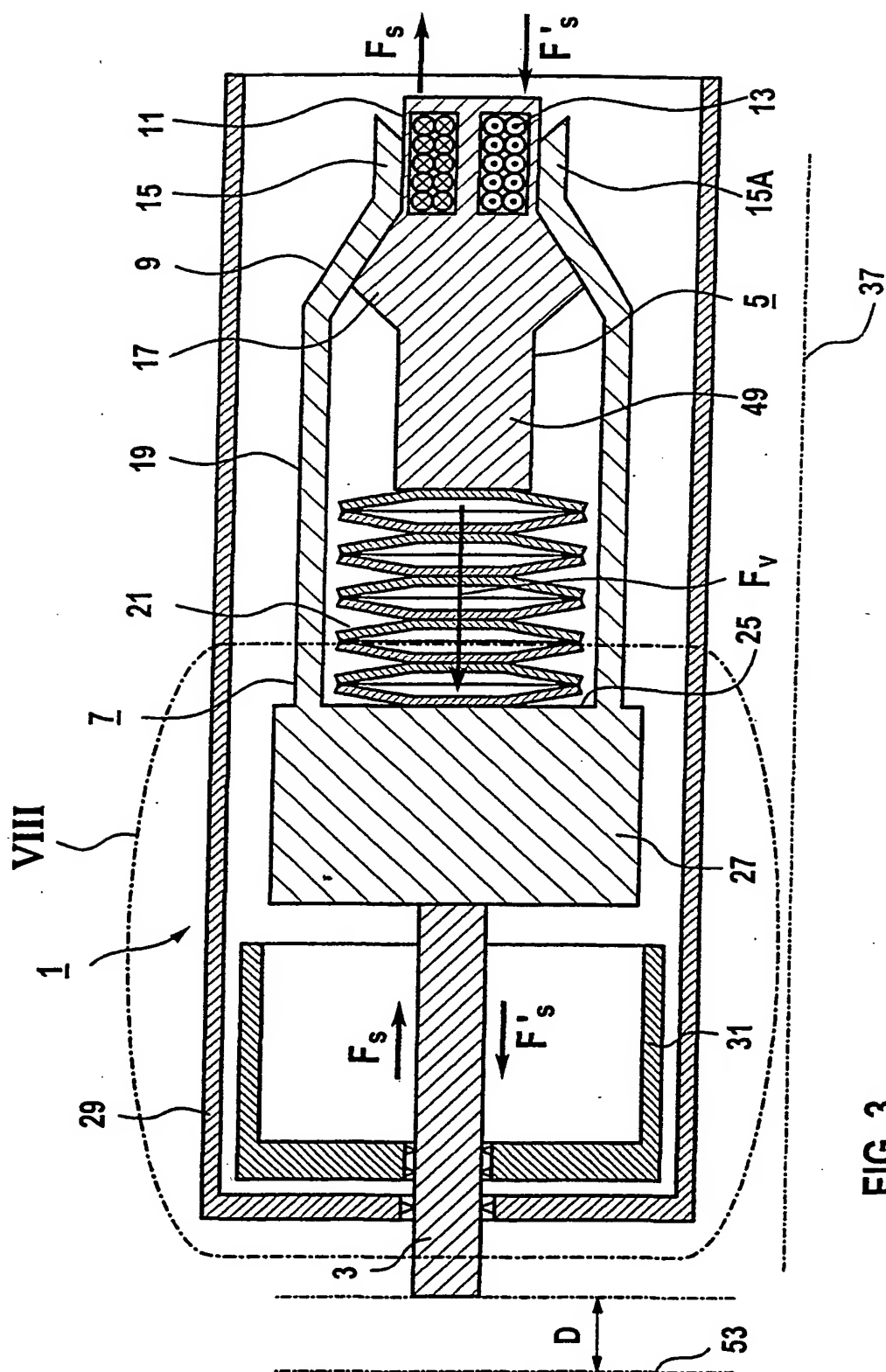
FIG 1





**FIG 2**

317



4/7

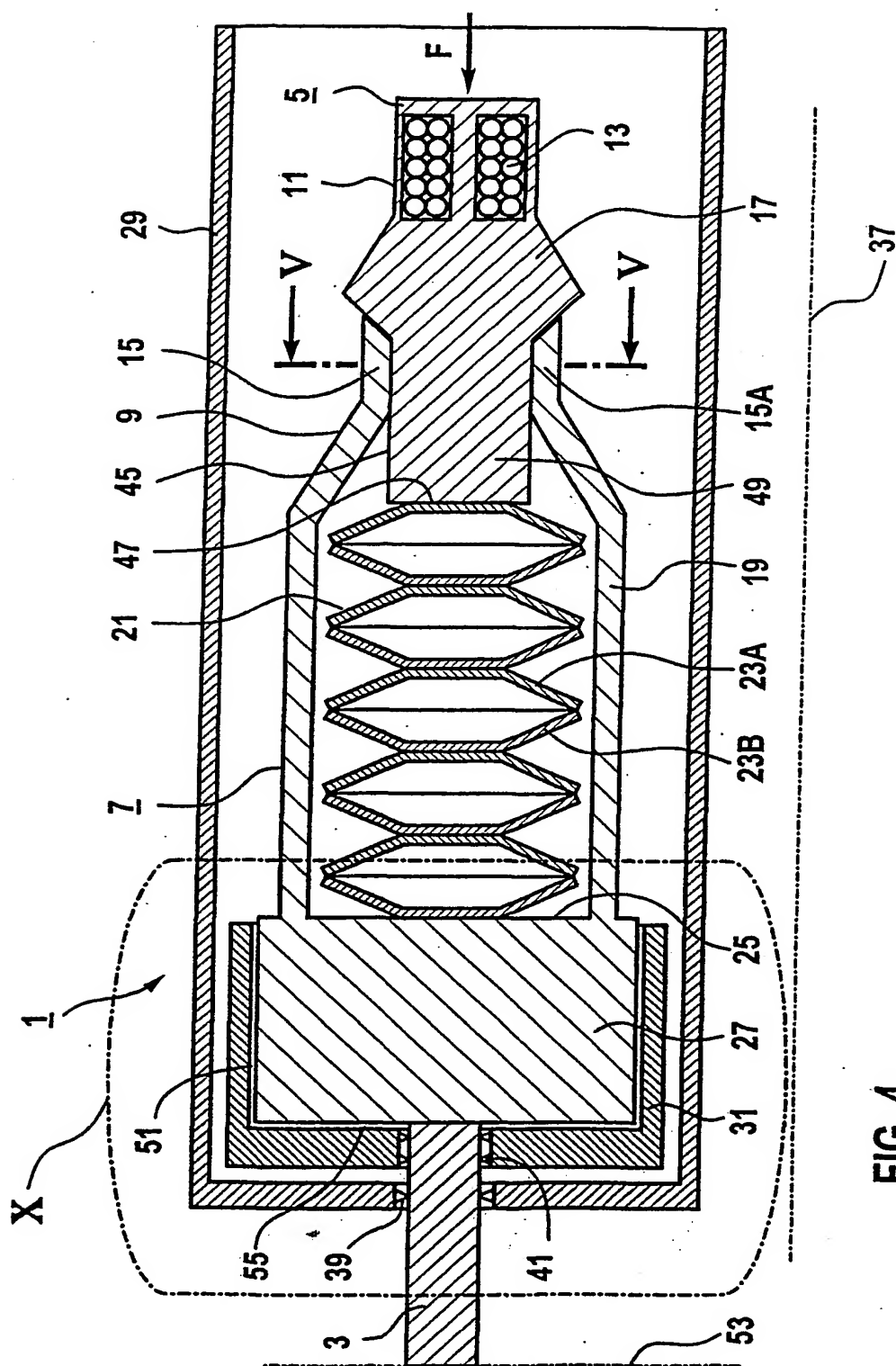


FIG 4

5/7

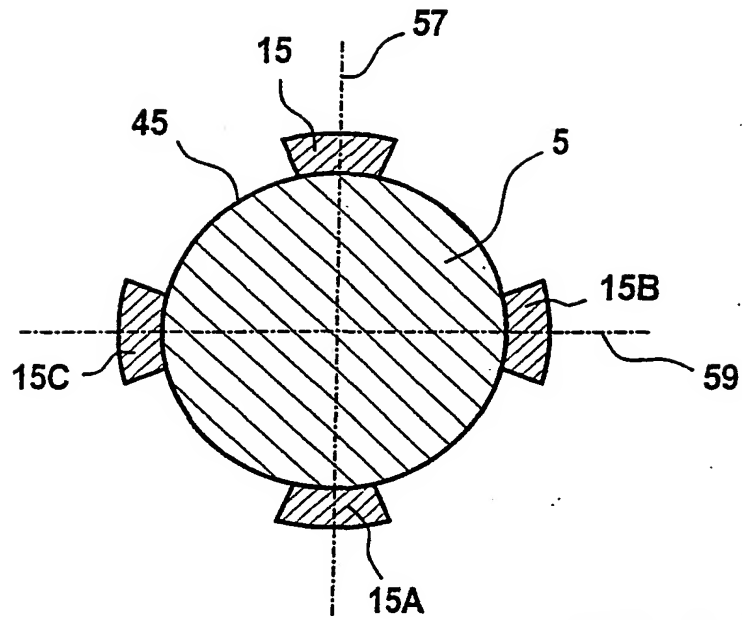


FIG 5

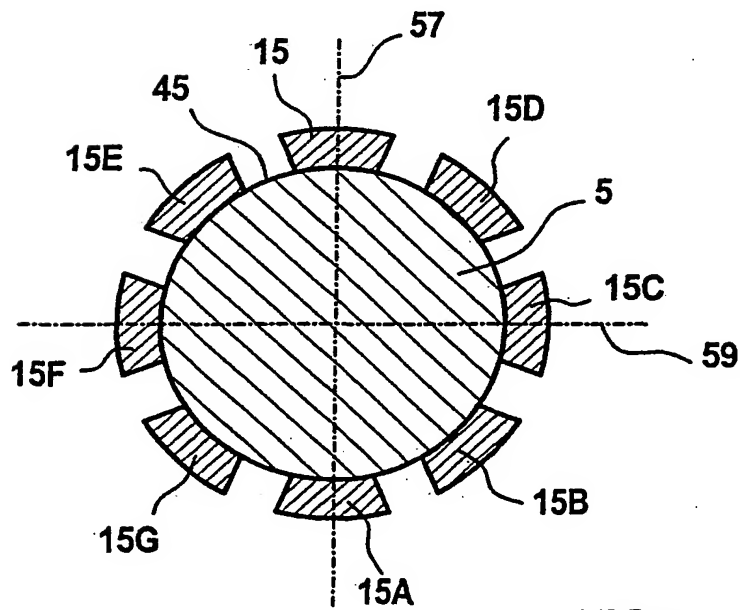
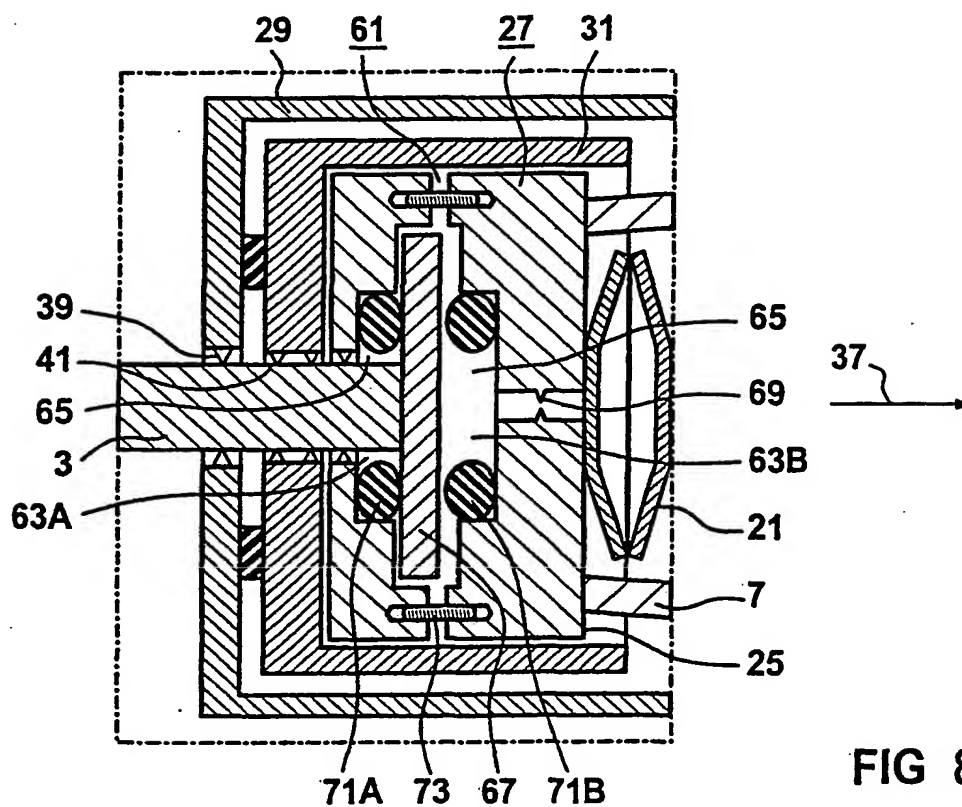
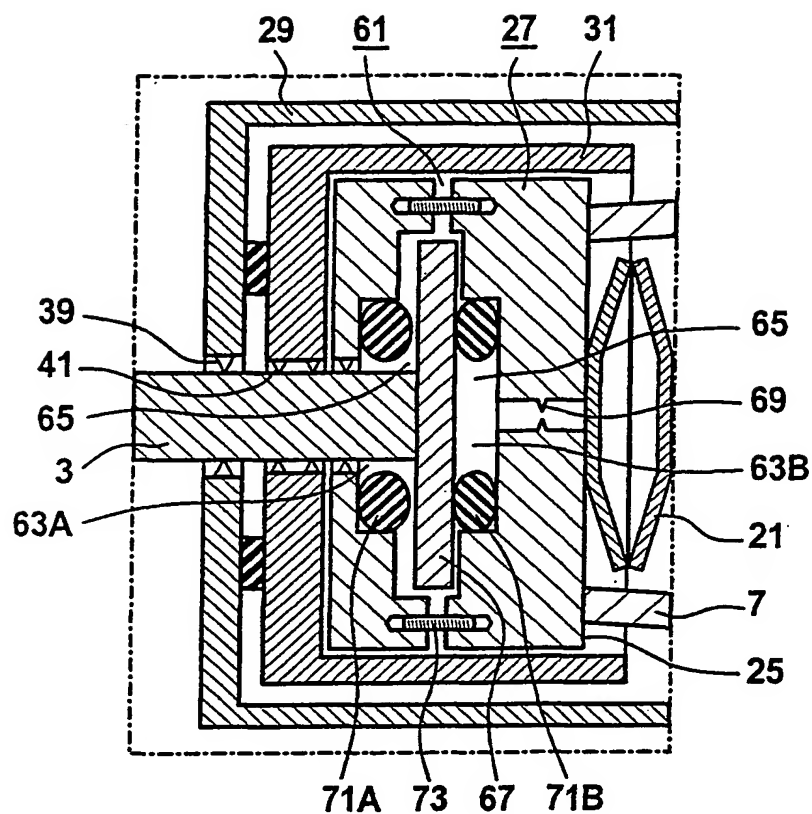
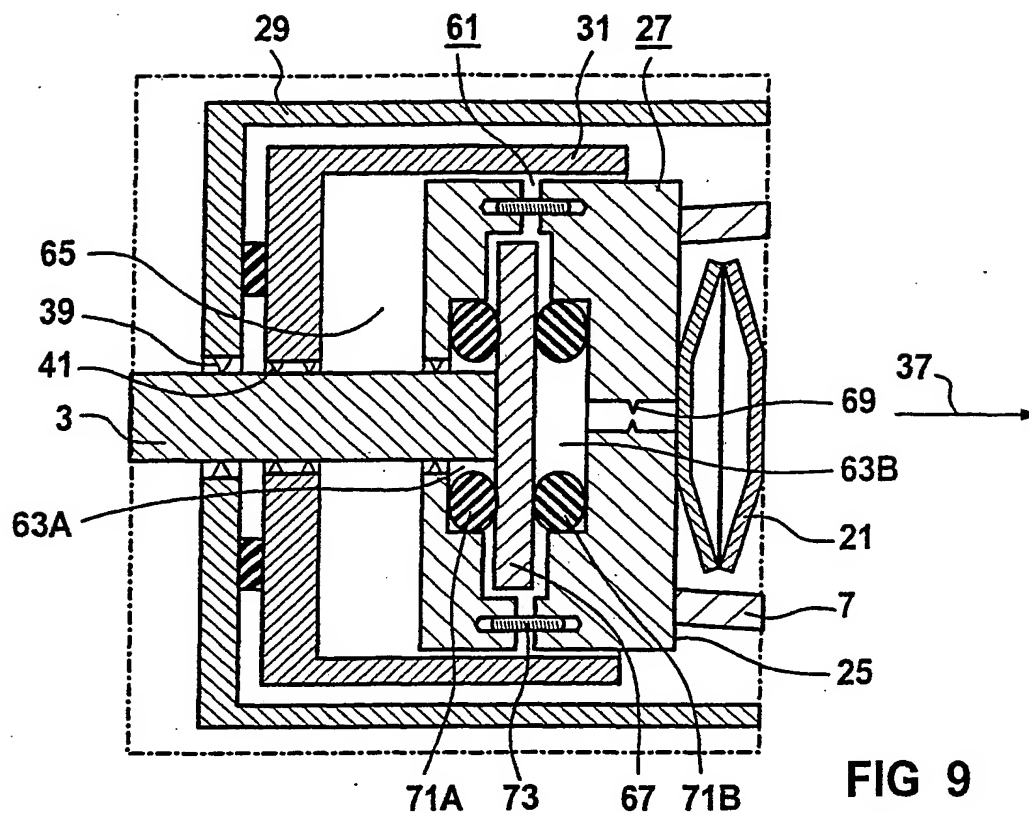


FIG 6

6/7



717



**FIG 9**

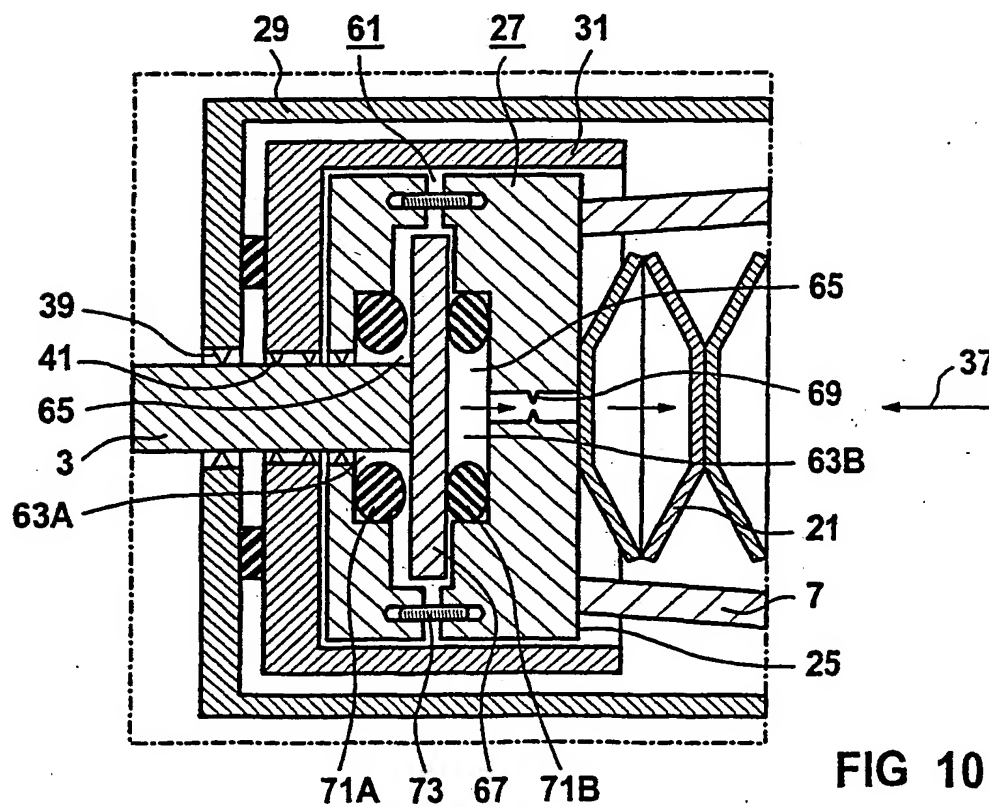


FIG 10

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 01/11799

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 F16K31/00 F16K31/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 298 01 229 U (S & R MASCHBAU GMBH) 20 May 1998 (1998-05-20) page 9 -page 11, paragraph 3; figures 1,3	1,3-7
A	US 3 778 027 A (COLLINS R ET AL) 11 December 1973 (1973-12-11) column 4, line 65 -column 5, line 32; figure 1	1,3,4
A	EP 0 145 828 A (KOCH & MUELLER ARMATURENFAB) 26 June 1985 (1985-06-26) page 6, line 1 -page 7, line 27; figures 1-3	1
A	US 3 017 157 A (PARSONS FLOYD B.) 16 January 1962 (1962-01-16) column 2, line 11 - line 19; figure 1	1,4,8,9

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents; such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 March 2002

Date of mailing of the international search report

20/03/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Christensen, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 01/11799

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 29801229	U	20-05-1998	DE 29801229 U1	20-05-1998
US 3778027	A	11-12-1973	DE 2347867 A1	11-04-1974
			GB 1400334 A	09-07-1975
			JP 49133926 A	23-12-1974
EP 0145828	A	26-06-1985	DE 3344704 A1	20-06-1985
			AT 31209 T	15-12-1987
			EP 0145828 A2	26-06-1985
US 3017157	A	16-01-1962	NONE	



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/11799

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 29801229 U	20-05-1998	DE 29801229 U1	20-05-1998
US 3778027 A	11-12-1973	DE 2347867 A1	11-04-1974
		GB 1400334 A	09-07-1975
		JP 49133926 A	23-12-1974
EP 0145828 A	26-06-1985	DE 3344704 A1	20-06-1985
		AT 31209 T	15-12-1987
		EP 0145828 A2	26-06-1985
US 3017157 A	16-01-1962	KEINE	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/11799

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 7 F16K31/00 F16K31/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 7 F16K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 298 01 229 U (S & R MASCHBAU GMBH) 20. Mai 1998 (1998-05-20) Seite 9 -Seite 11, Absatz 3; Abbildungen 1,3	1,3-7
A	US 3 778 027 A (COLLINS R ET AL) 11. Dezember 1973 (1973-12-11) Spalte 4, Zeile 65 -Spalte 5, Zeile 32; Abbildung 1	1,3,4
A	EP 0 145 828 A (KOCH & MUELLER ARMATURENFAB) 26. Juni 1985 (1985-06-26) Seite 6, Zeile 1 -Seite 7, Zeile 27; Abbildungen 1-3	1
A	US 3 017 157 A (PARSONS FLOYD B.) 16. Januar 1962 (1962-01-16) Spalte 2, Zeile 11 - Zeile 19; Abbildung 1	1,4,8,9

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. März 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/03/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Christensen, J